

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
CENTRO DE ESTUDOS DO MAR

DHIOGO MANTOVANI SCOMASSON

ANÁLISE DE TRÁFEGO DA AVENIDA BEIRA MAR EM PONTAL DO SUL,
PONTAL DO PARANÁ-PR

PONTAL DO PARANÁ
2019

DHIOGO MANTOVANI SCOMASSON

ANÁLISE DE TRÁFEGO DA AVENIDA BEIRA MAR EM PONTAL DO SUL,
PONTAL DO PARANÁ-PR

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Graduação do Curso de
Engenharia Civil da Universidade Federal do
Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Pacheco
Tomas

PONTAL DO PARANÁ

2019

CATALOGAÇÃO NA FONTE:
UFPR / SiBi - Biblioteca do Centro de Estudos do Mar
Liliam Maria Orquiza – CRB-9/712

S422a Scomasson, Dhiogo Mantovani
Análise de tráfego da Avenida Beira Mar em Pontal do Paraná - PR. / Dhiogo Mantovani
Scomasson. – Pontal do Paraná, 2019.
72 f.: il., 29 cm.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Pacheco Tomas.

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro de Estudos do Mar, Setor
Reitoria, Universidade Federal do Paraná.

1. Engenharia de tráfego. 2. Mobilidade urbana. 3. Pontal do Paraná. I. Título. II.
Tomas, Gustavo Pacheco. III. Universidade Federal do Paraná.

CDD 625.7

TERMO DE APROVAÇÃO

Dhiogo Mantovani Scomasson

“ANÁLISE DE TRÁFEGO DA AVENIDA BEIRA MAR EM PONTAL DO SUL, PONTAL DO PARANÁ-PR”

Monografia aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos membros:



Prof. Dr. Henrique Machado Kroetz - CEM/UFPR



Prof. Dr. Carlos Eduardo Rossigali - CEM/UFPR



Prof. Dr. Gustavo Pacheco Tomas - CEM/UFPR
Presidente



Pontal do Paraná, 17 de Dezembro de 2019.

Dedico a todos que me incentivaram e ajudaram para a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Ele, Deus, que iluminou o caminho para a conclusão deste trabalho, além de ser essencial em minha vida, junto com a minha fé.

A mim mesmo, por ser forte, ter saúde, dedicação, foco e esforço para o fim deste ciclo.

À minha família, a qual nunca desistiu de mim e sempre esteve ao meu lado, dando o apoio necessário para tanto.

Aos amigos, que sempre me apoiaram em decisões difíceis e me incentivaram nesta fase da minha vida.

Ao Professor Gustavo Tomas, quem me ajudou e me orientou neste trabalho.

Aos demais professores, que sempre acreditaram em mim para concluir esta jornada.

Aos colegas de classe, os quais estiveram comigo durante os anos envolvidos nesse meio acadêmico.

“Trabalhe duro e em silêncio. Deixe que o seu sucesso faça barulho”, Dale Carnegie.

RESUMO

O modal rodoviário é o sistema predominante no transporte brasileiro e a Engenharia de Tráfego é o conjunto de análises onde trata de planejamento, controle e operação de tráfego, com a finalidade de uma mobilidade sustentável e segura. Esse estudo tem como objetivo avaliar a capacidade e o nível de serviço da Avenida Beira Mar, situada no Balneário Pontal do Sul, na cidade de Pontal do Paraná/PR, a fim de apresentar comparações da própria via. O método utilizado segue o Manual de Estudos de Tráfego do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), o qual da mesma forma é baseado na publicação da Academia Nacional de Ciência do Estados Unidos da América, o *Highway Capacity Manual* (HCM). Quanto à obtenção de dados, foram feitas medições em campo, no intuito de obter o volume de veículos que circulam na referida via para a realização desta pesquisa. Por fim, a análise foi procedida de duas maneiras, como pista simples e pista dupla, em razão das condições reais da avenida proporcionadas aos moradores daquela região, obteve-se um nível de serviço considerado bom para a via.

Palavras-chave: Engenharia de tráfego, Mobilidade urbana, Pontal do Paraná.

ABSTRACT

The road transport is the predominant system in Brazilian transport and Traffic Engineering is the set of analyzes that deals with traffic planning, control and operating, with the purpose of sustainable and safe mobility. This study aims to evaluate the capacity and level of service of Beira Mar Avenue, located in Balneário Pontal do Sul, in the city of Pontal do Paraná / PR, in order to present comparisons of the road itself. The method used follows the Traffic Studies Manual of the National Department of Transport Infrastructure (DNIT), which was similarly based on the publication of the National Academy of Science of the United States of America, The Highway Capacity Manual (HCM). As for data collection, measurements were made in the field, in order to obtain the volume of vehicles circulating in the referred road for the accomplishment of this research. Finally, the analysis was carried out in two ways, as single lane and double lane, due to the real avenue conditions provided to the residents of that region, a level of service that was considered good for the road was obtained.

Key-words: Traffic engineering, Urban mobility, Pontal do Paraná.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – CLASSIFICAÇÃO DE RODOVIA, CNT	24
FIGURA 2 – RODOVIA DE MÚLTIPLAS FAIXAS.....	25
FIGURA 3 – CLASSE I.....	26
FIGURA 4 – CLASSE II.....	26
FIGURA 5 – CLASSE III.....	27
FIGURA 6 – FICHA DE CONTAGEM VOLUMÉTRICA I.....	29
FIGURA 7 – FICHA DE CONTAGEM VOLUMÉTRICA II.....	30
FIGURA 8 – NÍVEL DE SERVIÇO A	31
FIGURA 9 – NÍVEL DE SERVIÇO B	32
FIGURA 10 – NÍVEL DE SERVIÇO C	32
FIGURA 11 – NÍVEL DE SERVIÇO D.....	33
FIGURA 12 – NÍVEL DE SERVIÇO E	33
FIGURA 13 – NÍVEL DE SERVIÇO F	34
FIGURA 14 – CURVAS DE VARIAÇÃO DO FLUXO COM A VELOCIDADE ..	40
FIGURA 15 – AVENIDA BEIRA MAR	46
FIGURA 16 – INTERSEÇÕES SENTIDO PRAIA DE LESTE	47
FIGURA 17 – LOCAL DO POSTO DE CONTAGEM I09.....	49
FIGURA 18 – FLUXOGRAMA DA ATIVIDADE	51
FIGURA 19 – LOCAL DO POSTO DE CONTAGEM COM OS SENTIDOS DA VIA	52
FIGURA 20 – VARIAÇÃO DIÁRIA DO VOLUME DE TRÁFEGO, DIA 08/10/2019	54
FIGURA 21 – VARIAÇÃO DIÁRIA DO VOLUME DE TRÁFEGO, DIA 09/10/2019	55
FIGURA 22 – VARIAÇÃO DIÁRIA DO VOLUME DE TRÁFEGO, DIA 10/10/2019	55
FIGURA 23 – DISTRIBUIÇÃO ENTRE VEÍCULOS PESADOS E LEVES, SENTIDO PONTAL DO SUL.....	57
FIGURA 24 – DISTRIBUIÇÃO ENTRE VEÍCULOS PESADOS E LEVES, SENTIDO PRAIA DE LESTE	58
FIGURA 25 – MEDIDAS DA AVENIDA BEIRA MAR	60

FIGURA 26 – NÍVEL DE SERVIÇO SENTIDO PONTAL DO SUL - FAIXA DUPLA	61
FIGURA 27 – NÍVEL DE SERVIÇO SENTIDO PRAIA DE LESTE – FAIXA DUPLA	62

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DAS RODOVIAS	23
QUADRO 2 – CLASSIFICAÇÃO DE VIA PELO CTB.....	27
QUADRO 3 – DEFINIÇÃO DO NÍVEL DE SERVIÇO DA CLASSE I	35
QUADRO 4 – DEFINIÇÃO DO NÍVEL DE SERVIÇO DA CLASSE II	35
QUADRO 5 – FATOR DE AJUSTAMENTO f_{dup}	36
QUADRO 6 – FATOR DE GREIDE PARA DETERMINAÇÃO DE PERCENTUAL DE TEMPO GASTO SEGUINDO EM RODOVIAS DE PISTA SIMPLES PARA DOIS E UM SENTIDO SEPARADOS (f_G).....	37
QUADRO 7 – EQUIVALENTES PARA CAMINHÕES E VEÍCULOS DE RECREIO (EC, EVR) PARA DETERMINAÇÃO DE TEMPO PARA DOIS E UM SENTIDO SEPARADOS	38
QUADRO 8 – CRITÉRIOS PARA DETERMINAÇÃO DOS NÍVEIS DE SERVIÇO EM RODOVIAS COM 4 OU MAIS FAIXAS.....	39
QUADRO 9 – AJUSTE PARA LARGURA DA FAIXA DE TRÁFEGO (ff)	41
QUADRO 10 – AJUSTE PARA ESPAÇO LIVRE LATERAL (f_{el}).....	42
QUADRO 11 – AJUSTE PARA O TIPO DE CANTEIRO CENTRAL (f_{cc})	42
QUADRO 12 – AJUSTE PARA O ACESSO À RODOVIA (f_A)	42
QUADRO 13 – EQUIVALENTES EM CARROS DE PASSEIO EM TRECHOS EXTENSOS DE RODOVIA	43
QUADRO 14 – IDENTIFICAÇÃO DOS SENTIDOS DO POSTO DE CONTAGEM.....	52
QUADRO 15 – HORA-PICO SENTIDO PONTAL DO SUL.....	56
QUADRO 16 – HORA-PICO SENTIDO PRAIA DE LESTE.....	56

LISTA DE EQUAÇÕES

EQUAÇÃO 1 – VALOR BÁSICO DO PERCENTUAL	36
EQUAÇÃO 2 – PERCENTUAL DO TEMPO GASTO SEGUINDO.....	36
EQUAÇÃO 3 – VOLUME DE MAIOR CONCENTRAÇÃO	37
EQUAÇÃO 4 – FATOR HORA-PICO	37
EQUAÇÃO 5 – FATOR DE VEÍCULOS PESADOS	38
EQUAÇÃO 6 – VELOCIDADE DE FLUXO LIVRE	40
EQUAÇÃO 7 – FATOR DO ESPAÇAMENTO LIVRE LATERAL	41
EQUAÇÃO 8 – FLUXO MAIS CARREGADOS DA HORA PICO	43
EQUAÇÃO 9 – DENSIDADE.....	44

LISTA DE SIGLAS

3P	– Porto Pontal Paraná
AND	– Associação Nacional dos Detrans
CNT	– Confederação Nacional de Transportes
CPP	– Campus Pontal do Paraná
DNIT	– Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte
DENATRAN	– Departamento Nacional de Trânsito
HCM	– <i>Highway Capacity Manual</i>
IAP	– Instituto Ambiental do Paraná
IBGE	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PNMU	– Política Nacional de Mobilidade Urbana
TRB	– <i>Transportation Research Board</i>
UFPR	– Universidade Federal do Paraná

LISTA DE ABREVIATURAS

Art. – Artigo

BFVL – Valor Básico de Velocidade de Fluxo Livre

FHP – Fator Horário de Pico

hp – Hora-pico

km/h – Quilômetros por hora

n. – Número

VFL – Velocidade Fluxo Livre

VH – Volume Horário

VMD – Volume Médio Diário

VMDA – Volume Médio Diário Anual

Vpd – Veículos por dia

Vph – Veículos por hora

ucp – Unidade de carro de passeio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	OBJETIVO.....	19
1.2	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	20
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1	CARACTERÍSTICAS DO TRÁFEGO – TERMOS E CONCEITOS	21
2.2	CLASSIFICAÇÃO DE RODOVIAS.....	22
2.2.1	Modelos de classificação.....	22
2.2.2	Classificação de rodovia devido ao número de faixas.....	25
2.2.3	Classificação de vias urbanas	27
2.3	PESQUISAS DE TRÁFEGO	28
2.3.1	Contagem volumétrica e classificatória	28
2.3.2	Método de contagem – manual	29
2.3.3	Definição do local de pesquisa	30
2.4	AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE SERVIÇO	31
2.4.1	Rodovias de pista simples.....	34
2.4.2	Rodovias de múltiplas faixas	38
3	DESCRITIVO DA ÁREA DE ESTUDO	45
3.1	ÁREA DE ESTUDO.....	45
3.2	ANÁLISES EXISTENTES DA ÁREA DE ESTUDO	47
3.3	OBRAS FUTURAS NO MUNICÍPIO.....	50
4	METODOLOGIA	51
5	ANÁLISE DA RODOVIA.....	54
5.1	CAPACIDADE E NÍVEL DE SERVIÇO	56
5.1.1	Múltiplas Faixas.....	56
5.1.2	Pista Simples.....	62

6	CONCLUSÃO	65
	REFERÊNCIAS.....	67
	APÊNDICE A: QUADROS DE RESUMO DA CONTAGEM	
	VOLUMÉTRICA.....	70
	APÊNDICE B: FICHAS DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA.....	73
	APÊNDICE C: QUADRO DE DADOS DOS RESULTADOS	76

1 INTRODUÇÃO

A população brasileira no século XX ficou marcada pelo desenvolvimento econômico, concentração demográfica e principalmente pela saída do homem do campo. A expansão urbana desordenada causa grandes riscos no desenvolvimento territorial sustentável. A ampliação do tráfego de pessoas e cargas gera dificuldades na mobilidade urbana e no transporte público, tornando-se necessária uma constante avaliação de parâmetros de tráfego nos municípios brasileiros (Paranaguá, 2016).

O modal rodoviário é o sistema de transporte mais utilizado no Brasil (IBGE, 2014). De acordo com a Confederação Nacional de Transportes - CNT, os investimentos aplicados no modal devem estar alinhados com outras formas de aperfeiçoamento, como o estudo de tráfego e a automatização de processos e de gestão. O benefício obtido desses aprimoramentos deve ajudar o desenvolvimento econômico regional e nacional (CNT, 2012).

Um estudo desenvolvido pela Associação Nacional do Detran – AND, informa que o crescimento da frota de veículos no país se mantém constante, reduzindo o nível de serviço nas rodovias e trazendo impactos diretos à malha rodoviária (AND, 2017). Uma realidade semelhante também ocorre com os principais acessos a instalações portuárias. A saturação das rotas de carga dificulta o escoamento dos produtos, onerando toda a cadeia de transporte e gerando assim impacto negativo na economia local (Vasconcellos, 2017).

A Política Nacional de Mobilidade Urbana - PNMU, instituída pela lei 12.587/2012, cumpre o papel de orientar, instituir diretrizes para as legislações locais e regulamentar as prioridades no que tange à mobilidade e seus afins. O art. 24 da referida lei que estabelece que os municípios acima de 20 mil habitantes devem elaborar um Plano de Mobilidade Urbana e como requisito para acessarem recursos federais para investimento no setor.

Entre os estudos necessários para o desenvolvimento dos Planos de Mobilidade Urbana, os estudos de tráfego devem avaliar a condição atual da via (nível de serviço) e o possível grau de saturação para demandas futuras. O estudo engloba uma série de variáveis, como o número de automóveis que circula por uma rodovia em um determinado tempo, a definição de origem e destino (cargas ou passageiros), as velocidades características da via, assim

como a caracterização da frota. As variáveis descritas devem ser obtidas via contagens de campo e com entrevistas em diferentes locais.

O município de Pontal do Paraná foi criado em outubro de 1996, sendo um dos municípios mais novos do estado do Paraná (Pontal do Paraná, 2019). Devido a sua localização estratégica no litoral paranaense, uma série de projetos e obras de transporte estão previstos para região. Um exemplo é a Faixa de Infraestrutura (Paraná, 2016) e a implantação do Porto Pontal Paraná - 3P (3P, 2019). Além disso, o município apresenta uma população estimada de 27.284 habitantes (IBGE, 2019), sendo necessário o desenvolvimento do Plano de Mobilidade Urbana.

Tendo em vista a importância do desenvolvimento de estudos de tráfego na região de Pontal do Paraná, o presente trabalho tem como objetivo analisar a rodovia de duplo sentido no balneário de Pontal do Sul, um dos últimos balneários do município. Com o nome de Avenida Beira Mar, a via é a principal entrada do balneário e se localiza próximo a área de embarque para a Ilha do Mel.

Com o intuito de avaliar a classificação da via, o estudo abrange a realização de contagens volumétricas em um ponto da mesma. As contagens foram realizadas em condições semanais e fora do período de temporada (verão). Por fim, o estudo realiza uma comparação da pista em condições da própria pista como simples e dupla.

1.1 OBJETIVO

Analisar o volume de tráfego na Avenida Beira Mar, inserida no Balneário de Pontal do Sul, para determinação da capacidade e nível de serviço da via.

Para atingir o objetivo do estudo, foram elencados os objetivos específicos apresentados abaixo:

- Identificar o horário com maior número de veículos;
- Coletar dados do tráfego na área de estudo;
- Analisar os dados de volume;
- Identificar a capacidade e nível de serviço da via atual;

- Comparar os resultados avaliados com os valores apresentados em situações distintas;
- Propor alternativas futuras para ampliação da capacidade e variação do volume de tráfego local.

1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Esse trabalho contempla 6 capítulos, sendo o primeiro destinado às considerações introdutórias e aos objetivos apresentados.

O segundo capítulo apresenta uma revisão de literatura que servirá como embasamento no estudo, apresentando conceitos e classificação de rodovias, níveis de serviço e métodos de contagem de tráfego.

O terceiro capítulo aborda um descritivo da região avaliada e relata estudos anteriores, bem como previsões de obras futuras no município.

A metodologia aplicada é descrita no quarto capítulo e os resultados são apresentados no quinto capítulo.

Por fim, o sexto capítulo apresenta as conclusões finais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta os conceitos necessários para se realizar a análise de tráfego em uma via.

2.1 CARACTERÍSTICAS DO TRÁFEGO – TERMOS E CONCEITOS

Abaixo serão apresentados alguns conceitos básicos de tráfego para melhor entendimento do estudo proposto, conforme o DNIT (2006).

A velocidade (V) é a relação da distância pela unidade de tempo, expressa em km/h. Um dos fatores mais importantes para o motorista, na escolha do percurso, é o tempo de viagem. A economia de tempo, pelo aumento de velocidade, é uma medida dos benefícios proporcionados por investimentos nas vias.

O volume horário (VH) é estipulado como o número total de veículos que trafegam durante aquela determinada hora, servindo assim para analisar as variações do fluxo de tráfego durante o dia.

O volume médio diário (VMD) é a média dos volumes de veículos que transitam durante um dia (24 horas), em um trecho da via. Esse volume serve para indicar a necessidade de melhorias da própria via ou até mesmo a construção de uma nova, sendo necessário avaliar benefícios para uma obra viária, priorizar investimentos, calcular taxas de acidentes e a quantidade de automóveis para postos de pedágios.

A velocidade de fluxo livre (VFL) é a velocidade que pode ser determinada pela média dos veículos de uma determinada via, quando apresenta volumes baixos de tráfego e não há imposição de restrições quanto às suas velocidades, nem por interação veicular nem por regulamentação do trânsito. Reflete, portanto, a tendência do motorista dirigir na velocidade que deseja.

A hora pico (hp) é a hora em que ocorre quando a maior concentração de veículos em uma via em um determinado dia, contabilizados de 15 em 15 minutos.

Fator hora-pico (FHP) é um fator influenciado pela hora pico e o quarto de hora mais movimentado, onde mais para frente será mostrado como calcular o FHP .

Unidade de carro de passeio (ucp) é quantidade unitária de veículo no qual trafega em uma determinada rodovia.

A densidade (D) é o número de veículos que trafega em uma certa extensão da via num determinado tempo. Normalmente, expressa em veículos por quilômetro (v/km). Ela pode ser calculada utilizando a relação entre o fluxo de veículos pela velocidade média dos carros.

Segundo o DNIT (2006), o volume de tráfego é o número de veículos que passam por uma seção de via ou por uma determinada faixa dentro de um intervalo de tempo. Isso é expresso normalmente em veículos/dia (vpd) ou veículos/hora (vph), e os volumes mais usados são o volume médio diário anual (VMDA) e o volume médio diário (VMD).

O volume acompanhado da velocidade e densidade formam um conjunto de características que é fundamental para o conhecimento do tráfego, possibilitando a avaliação global da movimentação geral de veículos.

Para composição do tráfego há ainda a especificação dos veículos, onde podem ser diferenciados pelo tamanho, peso e velocidade (DNIT, 2006).

2.2 CLASSIFICAÇÃO DE RODOVIAS

2.2.1 Modelos de classificação

As rodovias podem ser classificadas por diferentes características, como a posição geográfica, a jurisdição, aos aspectos topográficos, ao nível de serviço e por conta de sua condição funcional (DNIT, 2006).

No Brasil, o DNIT adota uma padronização das características técnicas das rodovias, agrupando-as em classes de projeto. O principal parâmetro considerado na classificação técnica ou de projeto é o VMD (volume médio diário) – quantidade de veículos/dia que passam pela rodovia. O Quadro 1 com suas classes e características técnicas.

QUADRO 1 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DAS RODOVIAS

CLASSE		CARACTERÍSTICAS	CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA
0		Via expressa Controle total de acessos	Decisão Administrativa
I	A	Pista Dupla Controle parcial de acessos	Os volumes de tráfego previstos ocasionarem níveis de serviço em rodovia de pista simples inferiores aos níveis C ou D.
	B	Pista Simples Controle parcial de acessos	Volume horário de projeto (VMH) > 200. Volume Médio Diário (VMD) > 1400.
II		Pista Simples	VMD – 700 a 1400 veículos
III		Pista Simples	VMD – 300 a 700 veículos
IV	A	Pista Simples	VMD – 50 a 300 veículos
	B	Pista Simples	VMD < 50 veículos

FONTE: DNIT (2006).

De acordo com a Confederação Nacional de Transportes (CNT, 2018), pode-se avaliar as principais características da rodovia, em função de três parâmetros: pavimento, sinalização e geometria da via. Esses quesitos são avaliados conforme os níveis de conservação e segurança da própria via, resultando num modo qualitativo, como “ótimo”, “bom”, “regular”, “ruim” e “péssimo”. O modelo CNT de classificação de rodovias mostra os percentuais dessa avaliação da malha rodoviária do Brasil como um todo ou separadamente por região.

FIGURA 1 - CLASSIFICAÇÃO DE RODOVIA, CNT



FONTE: CNT (2019).

Para a classificação de rodovias, há outro modelo, denominado *Highway Capacity Manual* (HCM). Ele foi desenvolvido em meados do século XX e foi publicado pela primeira vez nos anos 50, sendo o primeiro documento a quantificar o conceito de capacidade para instalações de transporte. Depois aperfeiçoou-se este conceito sob as perspectivas de planejamento, projeto e operações. Atualmente, o HCM fornece uma coleção técnica de ponta para estimar a capacidade e nível de serviço, apresentando definições consideráveis em relação a classificação, como métodos de análise da capacidade e da qualidade operacional de sistema de transporte (HCM, 2000).

2.2.2 Classificação de rodovia devido ao número de faixas

A classificação de uma rodovia é de extrema importância para estudos, projetos e análises, pois, nela são avaliados o número de faixas, função da via, velocidade, entre outros aspectos para determinar o tipo da via. Exemplo, há dois tipos, múltiplas faixas e pista simples, ambas classificadas pelo HCM (2000).

As rodovias de múltiplas faixas normalmente têm limites de velocidade entre 60 e 90 quilômetros por hora (km/h) e geralmente possuem 4 ou 6 faixas, com as duas direções de sentido. As rodovias usualmente fazem conexão entre duas cidades e/ou levam cidades centrais a regiões rurais. O volume de tráfego dessas pistas, no dia, pode variar entre 15.000 e 40.000 veículos, podendo chegar até 100.000 (HCM, 2000).

FIGURA 2 - RODOVIA DE MÚLTIPLAS FAIXAS



FONTE: Highway Capacity Manual (2000).

A rodovia de duas faixas de pista simples é aquela que não contém divisão e cada uma delas serve para um sentido. Esse tipo de pista é uma peça fundamental nos sistemas de rodovias, pois ela está localizada em todas as áreas geográficas e serve a uma ampla faixa de tráfego. O HCM (2000) classifica essa pista em três classes, I, II e III.

Na classe I, as rodovias de duas faixas são aquelas que os motoristas a utilizam para suas viagens, conduzindo a uma velocidade relativamente alta. Como exemplo dessas rodovias, temos as rotas interurbanas, que são os principais arteriais que conectam aos geradores de tráfego, rotas diárias de passageiros e rotas de longa distância.

As rodovias de duas faixas em que os motoristas não viajam em velocidades altas, formam a classe II. Podem ser exemplos dessa classe as pistas que servem de acesso a outra pista de duas faixas, as pistas que não são

arteriais, os terrenos acidentados e as pistas que servem para viagens mais curtas.

A classe III é composta por rodovias de duas faixas em que os motoristas também não viajam em velocidade alta, devido à pista servir de travessia a aglomerações urbanas ou áreas de recreação, causando interferência no tráfego local da rodovia.

As Figuras 3,4 e 5 ilustram as 3 classes de pista simples.

FIGURA 3 - CLASSE I



FONTE: Transportation Research Board (2010).

FIGURA 4 - CLASSE II



FONTE: Transportation Research Board (2010).

FIGURA 5 - CLASSE III



FONTE: Transportation Research Board (2010).

2.2.3 Classificação de vias urbanas

A classificação de vias urbanas definida pelo Código de Trânsito Brasileiro (CTB, 2009), classifica as vias urbanas de acordo como vias de trânsito rápido, vias arteriais, vias coletoras e vias locais.

As vias de trânsito rápido apresentam o trânsito livre, sem interseções em nível, sem acessibilidade direta aos lotes lindeiros e sem travessias de pedestres em nível. No caso em que a via apresenta interseção em nível, a via é classificada como arterial, sendo controladas por semáforos e locadas junto aos acessos de lotes lindeiros ou vias secundárias e locais. Essas vias proporcionam o deslocamento entre as regiões da cidade.

A chamada via coletora é designada para coletar e distribuir o trânsito das vias de trânsito rápido ou arteriais, proporcionando o trânsito dentro das regiões da cidade. A exemplo das vias arteriais, as vias locais possuem interseção em nível, porém não semaforizadas, servindo para o acesso local ou área restrita.

Nas vias que não têm sinalização, a velocidade permitida pode variar de acordo com o tipo de via, sendo detalhada de acordo com o Quadro 2.

QUADRO 2 - CLASSIFICAÇÃO DE VIA PELO CTB

Tipo de via	Velocidade máxima permitida (faixa sem sinalização)
Trânsito Rápido	80 km/h
Arterial	60 km/h
Coletora	40 km/h
Local	30 km/h

FONTE: CTB (1997).

2.3 PESQUISAS DE TRÁFEGO

Na engenharia de tráfego, os dados de campo geralmente são feitos por meio de entrevistas, observação direta e apropriação de tecnologias (PELC RJ, 2015). A entrevista tem como objetivo obter informações de origem e destino, mediante perguntas de forma escrita ou oral. Na observação direta, o procedimento é de registrar os acontecimentos no trânsito de forma manual ou por meio de vídeos e sensores que captam a passagem dos veículos (DNIT, 2006).

O objetivo principal da pesquisa com a contagem em campo dos dados do tráfego é a quantidade de veículos que passam por determinada via dentro de um período específico (PELC RJ, 2015).

2.3.1 Contagem volumétrica e classificatória

Conforme o PELC RJ (2015), a Contagem Volumétrica e Classificatória – CVC pretende apontar a quantidade e a composição do fluxo de veículos, por sentido de rodovia, que passam pelos postos representativos das rodovias, seguindo ao tempo e momento da pesquisa de tráfego. Nessas quantidades são anotados os volumes e os tipos ou classe de veículos.

Com esses dados é possível obter a classificação da rodovia, análise da capacidade da própria e outros estudos, como planejamento rodoviário, dimensionamento da via, projeto geométrico de estradas, estudos de viabilidade, projetos de construção e conservação. Ainda, possibilita avaliação de congestionamento e acidentes, tendência de crescimento do tráfego e variações de volume (PELC RJ, 2015).

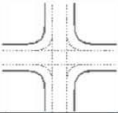
Existem meios de obter a contagem volumétrica, uma por meio manual e outra por meio automático. A contagem manual utiliza equipamentos mais simplificados do que a contagem automática, esta é feita de diversas maneiras para detectar o veículo, como dispositivos magnéticos, sonoros, radar, células fotoelétricas, entre outros. Desse modo, a contagem automática apresenta um custo bem mais elevado (DNIT, 2006).



















A ficha II se utiliza de contadores mecânicos, anotando o total de cada horário intervalo, para cada tipo de veículo, relacionando uma ficha para cada sentido. A Figura 7 ilustra um modelo da ficha II.

FIGURA 7 - FICHA DE CONTAGEM VOLUMÉTRICA II
CONTAGEM VOLUMÉTRICA

ESTADO _____ RODOVA _____ CDD. PM/ _____ TRECHO _____ A _____ B _____

POSTO _____ LOCAL DA CONTAGEM MARCO QUILOMÉTRICO _____ DATA DA CONTAGEM _____ HORÁRIO INÍCIO _____ HORÁRIO TÉRMINO _____ SENTIDO A → B B → A



HORÁRIO		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	TOTAL
CARROS DE PASSEIO 																										
CAMIONETAS 																										
ÔNIBUS	2C 																									
	3C 																									
C A M I O N E T A S	2C 																									
	3C 																									
	4C 																									
	2S1 																									
	2S2 																									
	2S3 																									
	3S2 																									
	3S3 																									
	3S2S2 																									
	2C2 																									
2C3 																										
OUTROS 	3C2 																									
	3C3 																									
TOTAL																										

FONTE: Manual de estudos de tráfego (DNIT, 2006).

2.3.3 Definição do local de pesquisa

Para a definição do local de pesquisa, levam-se em conta alguns fatores, tais como questões técnicas e locais onde já foram feitas outras pesquisas do mesmo tipo (dos quais os dados possam ser aproveitados) conforme sugerido em PELC RJ (2015).

Dois locais fundamentais para a pesquisa são as interseções e os trechos que se situam entre elas. Nessas interseções, planejam-se contar a quantidade e a direção dos movimentos dos veículos para o dimensionamento da sinalização. Já os trechos servem mais para a análise da capacidade da via com dados volumétricos (CET, 1982).

2.4 AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE SERVIÇO

O nível de serviço é a avaliação do grau de eficiência oferecido pela rodovia, sendo adotado a definição constituída na metodologia *HCM*. A avaliação aborda 3 critérios: Densidade, Velocidade e Volume do Tráfego. No entanto, todos esses parâmetros estão inter-relacionados entre si e, caso duas medidas sejam conhecidas, a terceira poderá ser calculada (HCM, 2000).

Considera-se a classificação de 6 níveis de serviço ordenados da letra A ao F, onde A corresponde a melhor condição de tráfego e F a pior. A definição de cada um dos níveis são apresentados abaixo:

- Nível de Serviço A: Condição de fluxo totalmente livre onde descreve a qualidade mais alta de serviço e os motoristas trafegam na velocidade que desejam (dentro do permitido). A operação dos veículos não é afetada pela presença dos outros e incidentes ou falhas são facilmente absorvidos nesse nível.

FIGURA 8 - NÍVEL DE SERVIÇO A



FONTE: HCM (2000).

- Nível de Serviço B: Condição de fluxo livre. A condição de operação e manobra é um pouco mais restrita pois fica perceptível à presença de outros veículos na pista. Falhas e incidentes ainda são absorvidos.

FIGURA 9 - NÍVEL DE SERVIÇO B



FONTE: HCM (2000).

- Nível de Serviço C: A influência da densidade agora é nítida, a condição de manobra fica afetada por outros veículos e requer mais atenção. Incidentes menores ainda podem ser absorvidos.

FIGURA 10 - NÍVEL DE SERVIÇO C



FONTE: HCM (2000).

- Nível de Serviço D: A velocidade é reduzida pelo aumento de volume no tráfego; a capacidade de manobra é consideravelmente restrita.

FIGURA 11 - NÍVEL DE SERVIÇO D



FONTE: HCM (2000).

- Nível de Serviço E: A capacidade está quase no seu limite de operação e praticamente não existem lacunas no fluxo do tráfego. A manobra está no seu limite de espaço para poder manter o fluxo uniforme.

FIGURA 12 - NÍVEL DE SERVIÇO E



FONTE: HCM (2000).

- Nível de Serviço F: Esse nível é o limite de operação onde o fluxo é forçado, uma vez que a demanda é maior do que a capacidade da via. As filas se formam por meio de falhas e a velocidade fica bem abaixo da rodovia.

FIGURA 13 - NÍVEL DE SERVIÇO F



FONTE: HCM (2000).

2.4.1 Rodovias de pista simples

A seguir a definição de nível de serviço para pista simples conforme a metodologia do DNIT (2006).

Capacidade

Para rodovias com duas pistas e duplo sentido (ida e volta), a capacidade do tráfego é de 1.700 veículos por hora, para cada sentido e não pode exceder 3.200 para ambos os sentidos. Caso o valor da capacidade ultrapasse esses valores, o nível de serviço é F e, nesse nível, o tempo de gasto seguindo é quase 100% e a velocidade está sujeita a mudanças repentinas de modo que fica improvável para o estudo. Por isso o nível de serviço F não entra nos quadros de definição.

Classificação de pista simples

Para análise da via, ela é dividida em duas classes:

- Classe I: Rodovias onde o motorista espera trafegar numa velocidade relativamente alta, considerando o limite de velocidade. Elas são utilizadas como rotas de trabalho diário, fazem ligações entre municípios e conectam o tráfego a vias de trânsito rápido.

- Classe II: Rodovias onde o motorista não espera viajar numa velocidade alta. Essas vias são utilizadas como rotas de acesso ou servem como acessos a pontos turísticos; não atuam como arteriais.

Nível de serviço

Os níveis de serviço para pista simples são similares aos de rodovias de múltiplas faixas, e isso já foi abordado no item 2.4 deste capítulo. Para determinação deles, há parâmetros que definem para cada uma das classes de via simples.

- Classe I: velocidade média de viagem e tempo gasto seguindo.
- Classe II: tempo gasto seguindo.

Os critérios utilizados são baseados nos 15 minutos de volume crítico da hora de pico. Abaixo os Quadros 3 e 4 delimitam os níveis de serviço para cada tipo de classe.

QUADRO 3 - DEFINIÇÃO DO NÍVEL DE SERVIÇO DA CLASSE I

NS	Tempo seguindo (%)	Velocidade média (km/h)
A	$t \leq 35\%$	$v \geq 30$
B	$35\% < t < 50\%$	$80 < v < 90$
C	$50\% < t < 65\%$	$70 < v < 80$
D	$65\% < t < 80\%$	$60 < v < 70$
E	$t \geq 80\%$	$v \leq 60$

FONTE: DNIT (2006).

QUADRO 4 - DEFINIÇÃO DO NÍVEL DE SERVIÇO DA CLASSE II

NS	Tempo seguindo (%)
A	$t \leq 40\%$
B	$40\% < t < 55\%$
C	$55\% < t < 70\%$
D	$70\% < t < 85\%$
E	$t \geq 85\%$

FONTE: DNIT (2006).

Tempo gasto seguindo (%)

Para obtenção desse percentual, primeiro deve-se calcular o valor básico BPTGS e depois o PTGS, com as seguintes equações:

EQUAÇÃO 1 – VALOR BÁSICO DO PERCENTUAL

$$BPTGS = 100(1 - e^{-0,000879.vp}) \quad (1)$$

EQUAÇÃO 2 – PERCENTUAL DO TEMPO GASTO SEGUINDO

$$PTGS = BPTGS + f_{d/up} \quad (2)$$

Onde,

PTGS = percentual do tempo gasto seguindo;

BPTGS = valor básico do percentual do tempo gasto seguindo;

$f_{d/up}$ = fator de ajustamento para resultado da combinação entre a distribuição de tráfego por sentido e do percentual das zonas de ultrapassagem proibida, referido no Quadro 5.

QUADRO 5 - FATOR DE AJUSTAMENTO $f_{d/up}$

Fluxo nos dois sentidos	Redução da velocidade média de viagem (km/h)					
	Zonas de ultrapassagem proibida (%)					
Vp (ucp/h)	0	20	40	60	80	100
Distribuição por sentido = 50/50						
≤200	0,0	10,1	17,2	20,2	21,0	21,8
400	0,0	12,4	19,0	22,7	23,8	24,8
600	0,0	11,2	16,0	18,7	19,7	20,5
800	0,0	9,0	12,3	14,1	14,5	15,4
Distribuição por sentido = 60/40						
≤200	1,6	11,8	17,2	22,5	23,1	23,7
400	0,5	11,7	16,2	20,7	21,5	22,2
600	0,0	11,5	15,2	18,9	19,8	20,7
800	0,0	7,6	10,3	13,0	13,7	14,4
Distribuição por sentido = 70/30						
≤200	2,8	13,4	19,1	14,8	25,2	25,5
400	1,1	12,5	17,5	22,0	22,6	23,2
600	0,0	11,6	15,4	19,1	20,0	20,9
800	0,0	7,7	10,5	13,3	14,0	14,6
Distribuição por sentido = 80/20						
≤200	5,1	17,5	24,3	31,3	31,3	31,6
400	2,5	15,8	21,5	27,6	27,6	28,0
600	0,0	14,0	18,6	23,2	23,9	24,5
800	0,0	9,3	12,7	16,0	16,5	17,0
Distribuição por sentido = 90/10						
≤200	5,6	21,6	29,4	37,2	37,4	37,6
400	2,4	19,0	25,6	32,2	32,5	32,8
600	0,0	16,3	21,8	27,2	27,6	28,0
800	0,0	10,9	14,8	18,6	19,0	19,4

FONTE: DNIT (2006), adaptado pelo autor.

Fluxo de tráfego

O fluxo é obtido por sentido da via, como mostra a seguir:

EQUAÇÃO 3 – VOLUME DE MAIOR CONCENTRAÇÃO

$$v_p = \frac{V}{FHP \cdot f_G \cdot f_{vp}} \quad (3)$$

Onde,

v_p = volume de maior concentração dos 15 minutos da hora pico(veic/h);

V = volume da hora pico, analisado (veic/h);

FHP = fator hora-pico;

f_G = fator de ajustamento de greide;

f_{vp} = fator de ajustamento de veículos pesados.

Fator hora-pico

Para determinar o FHP, utiliza-se a Equação 4:

EQUAÇÃO 4 – FATOR HORA-PICO

$$FHP = \frac{V_{hp}}{4V_{15max}} \quad (4)$$

Onde:

V_{hp} = volume da hora de pico;

V_{15max} = volume do período de quinze minutos com maior fluxo de tráfego.

Ajustamento de greide

Para determinação do fator do greide (f_G), utiliza-se Quadro 6:

QUADRO 6 - FATOR DE GREIDE PARA DETERMINAÇÃO DE PERCENTUAL DE TEMPO GASTO SEGUINDO EM RODOVIAS DE PISTA SIMPLES PARA DOIS E UM SENTIDO SEPARADOS (f_G)

Volume horário nos dois sentidos (veic/h)	Volume horário em um sentido (veic/h)	Tipo de terreno	
		Plano	Ondulado
0 – 600	0 – 300	1,0	0,77
> 600 – 1200	> 300 – 600	1,0	0,94
> 1200	> 600	1,0	1,00

FONTE: DNIT (2006).

Terreno plano: trecho o qual onde veículos pesados e carros de passeio mantenham a mesma velocidade em curvas e rampas.

Terreno ondulado: trecho onde os mesmos citados acima, reduzem consideravelmente suas velocidades em curvas e rampas.

Ajustamento de veículos pesados

O fator f_{vp} é a influência da presença de veículos pesados na rodovia e é expressa pela seguinte fórmula (DNIT,2006):

EQUAÇÃO 5 – FATOR DE VEÍCULOS PESADOS

$$f_{vp} = \frac{1}{1 + P_C(E_C - 1) + P_{VR}(E_{VR} - 1)} \quad (5)$$

Onde:

E_C, E_{VR} = correspondentes a carros de passeio para caminhões e ônibus e para veículos de recreio respectivamente;

P_C, P_{VR} = proporção de caminhões mais ônibus e de veículos de recreio respectivamente.

As variáveis E_C e E_{VR} são dadas no Quadro 7.

QUADRO 7 - EQUIVALENTES PARA CAMINHÕES E VEÍCULOS DE RECREIO (E_C, E_{VR}) PARA DETERMINAÇÃO DE TEMPO PARA DOIS E UM SENTIDO SEPARADOS

Tipo de veículo	Volume horário nos dois sentidos (veic/h)	Volume horário em um sentido (veic/h)	Tipo de terreno	
			Plano	Ondulado
Caminhão E_C	0 – 600	0 – 300	1,1	1,8
	> 600 – 1200	> 300 – 600	1,1	1,5
	> 1200	> 600	1,0	1,0
Caminhão E_{VR}	0 – 600	0 – 300	1,0	1,0
	> 600 – 1200	> 300 – 600	1,0	1,0
	> 1200	> 600	1,0	1,0

FONTE: DNIT (2006).

Determinação do nível de serviço

Por fim, com a obtenção de todos os dados, é possível determinar as variáveis necessárias para utilização dos Quadros 3 e 4, definindo em qual nível de serviço se encaixa a rodovia.

2.4.2 Rodovias de múltiplas faixas

Nível de serviço

O nível de serviço é baseado nos dados de VFL e no fluxo v_p em ucp/h/faixa, de forma a seguir:

- Dividir a rodovia no trecho a ser estudado;

- Obter dados geométricos e do tráfego (número de faixas, tipo e largura do canteiro central, porcentagem do greide, densidade de acesso por quilometro e velocidade permitida);

- Determinar VFL e traçar a curva de variação velocidade-fluxo junto com o valor do fluxo v_p conforme ilustra a Figura 14.

Critérios para determinação dos níveis de serviço em rodovias com 4 ou mais faixas no Quadro 8 (DNIT, 2006):

QUADRO 8 - CRITÉRIOS PARA DETERMINAÇÃO DOS NÍVEIS DE SERVIÇO EM RODOVIAS COM 4 OU MAIS FAIXAS

Velocidade de fluxo livre	Critérios	Níveis de serviço				
		A	B	C	D	E
100 km/h	Densidade máxima (ucp/km/faixa)	7	11	16	22	25
	Velocidade média (km/h)	100	100	98,4	91,5	88,0
	Velocidade média (volume/capacidade)	0,32	0,50	0,72	0,92	1,00
	Fluxo máximo (ucp/h/faixa)	700	1100	1575	2015	2200
90 km/h	Densidade máxima (ucp/km/faixa)	7	11	16	22	26
	Velocidade média (km/h)	90,0	90,0	89,9	84,7	80,8
	Razão máxima	0,30	0,47	0,68	0,89	1,00
	Volume/Capacidade	-	-	-	-	-
	Fluxo máximo (ucp/h/faixa)	630	990	1435	1860	2100
80 km/h	Densidade máxima (ucp/km/faixa)	7	11	16	22	27
	Velocidade média (km/h)	80,0	80,0	80,0	77,6	74,1
	Razão máxima	0,28	0,44	0,64	0,85	1,00
	Volume/Capacidade	-	-	-	-	-
	Fluxo máximo (ucp/h/faixa)	560	880	1280	1705	2000
70 km/h	Densidade máxima (ucp/km/faixa)	7	11	16	22	28
	Velocidade média (km/h)	70,0	70,0	70,0	69,6	67,9
	Razão máxima	0,26	0,41	0,59	0,81	1,00
	Volume/Capacidade	-	-	-	-	-
	Fluxo máximo (ucp/h/faixa)	490	770	1120	1530	1900

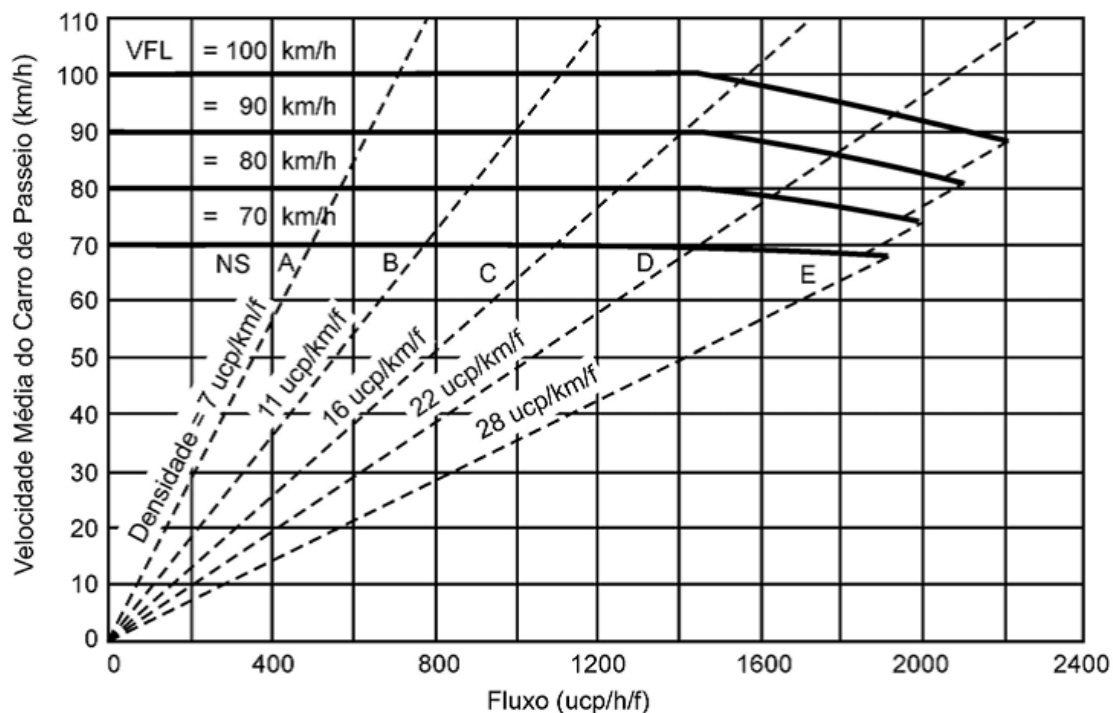
FONTE: DNIT (2006) adaptado pelo autor.

Observação: O Nível de Serviço F indica tráfego instável, onde os valores das variáveis representáveis são de difícil levantamento.

Determinação da velocidade de fluxo livre

Para fluxos de até 1.400 ucp/h/faixa, a VFL é a velocidade média dos carros de passeio. Caso a determinação da velocidade seja para fluxos maiores que 1.400 ucp/h/faixa, a VFL é obtida por meio das curvas, como mostra a Figura 14:

FIGURA 14 - CURVAS DE VARIAÇÃO DO FLUXO COM A VELOCIDADE



FONTE: DNIT (2006).

Conforme o DNIT (2006), o estudo da velocidade média é necessário que seja medida em campo, com pelo menos 100 carros de passeio e que seja de forma sistemática junto com um período de fluxo estável. Caso não seja possível a medição, a VFL pode ser definida pela fórmula:

EQUAÇÃO 6 – VELOCIDADE DE FLUXO LIVRE

$$VFL = BVFL - f_f - f_{el} - f_{cc} - f_A \quad (6)$$

Onde:

VFL = estimativa de velocidade de fluxo livre (km/h);

BVFL = valor básico de fluxo livre (km/h);

f_f = ajustamento para largura de faixa. Quadro 9 (km/h);

f_{el} = ajustamento para espaço livre lateral. Quadro 10 (km/h);

f_{cc} = ajustamento para o tipo de canteiro central. Quadro 11 (km/h);

f_A = ajustamento para o número de acessos. Quadro 12 (km/h).

O valor básico pode ser considerado pela medição de velocidade na rodovia em condições parecidas ou ainda estimada em função dos limites de velocidade mostrados na sinalização.

Ajustamento para largura da faixa de tráfego

O valor em km/h a ser reduzido de BVFL, em função da largura da faixa, segue abaixo no Quadro 9.

QUADRO 9 - AJUSTE PARA LARGURA DA FAIXA DE TRÁFEGO (f_f)

Largura da faixa (m)	Redução f_f (km/h)
3,6	0,0
3,5	1,0
3,4	2,1
3,3	3,1
3,2	5,6
3,1	8,1
3,0	10,6

FONTE: (DNIT,2006).

Ajustamento do espaço livre lateral

Consoante o DNIT (2006), esse ajuste de espaço livre lateral fornece o valor de redução de velocidade ocasionada por obstruções fixas ao lado da pista ou até mesmo no canteiro central, por exemplo: barreiras, postes, árvores, sinais, muro de arrimo e entre outros. O meio-fio padronizado não é considerado obstáculo.

Para estradas de 4 e 6 faixas, o valor de f_{el} é expresso pela soma do espaçamento lateral tanto do lado esquerdo quanto do lado direito, com seus coeficiente dados no Quadro 10 e abaixo mostra a Equação 7.

EQUAÇÃO 7 – FATOR DO ESPAÇAMENTO LIVRE LATERAL

$$f_{el} = ELL = ELL_D + ELL_E \quad (7)$$

Onde:

ELL = espaço livre lateral (m);

ELL_D = espaço livre a partir do bordo direito da faixa de rolamento até o primeiro obstáculo (limite até 1,8 m);

ELL_E = espaço livre a partir do bordo esquerdo da faixa de rolamento até o primeiro obstáculo no canteiro central (limite até 1,8 m).

Caso não tenha canteiro central ELL_E é sempre 1,8 m. Quando houver duas pistas de giro à esquerda no canteiro central adota-se $ELL_E = 1,8$ m.

QUADRO 10 - AJUSTE PARA ESPAÇO LIVRE LATERAL (f_{el})

Rodovia de 4 faixas		Rodovia de 6 faixas	
Espaço lateral (m)	Redução f_{el} (km/h)	Espaço lateral (m)	Redução f_{el} (km/h)
3,6	0,0	3,6	0,0
3,0	0,6	3,0	0,6
2,4	1,5	2,4	1,5
1,8	2,1	1,8	2,1
1,2	3,0	1,2	2,7
0,6	5,8	0,6	4,5
0,0	8,7	0,0	6,3

FONTE: DNIT (2006).

Ajuste para o tipo de canteiro central

O Quadro 10 mostra a influência da existência ou não do canteiro central na redução de VFL.

QUADRO 11 - AJUSTE PARA O TIPO DE CANTEIRO CENTRAL (f_{cc})

Tipo de canteiro central	Redução f_{cc} (km/h)
Rodovias sem canteiro central	2,6
Rodovias com canteiro central	0,0

FONTE: DNIT, (2006).

Ajuste para o número de acessos à rodovia

Para definir esse ajuste, é preciso obter o número de interseções da rodovia em cada sentido e dividir pela sua extensão em quilômetros. Esse número é definido para cada sentido separadamente. Em rodovia com único sentido, divide-se o número total de interseções e acessos em ambos os lados pela extensão da via (DNIT, 2006).

QUADRO 12 - AJUSTE PARA O ACESSO À RODOVIA (f_A)

Acesso por km	Redução f_A (km/h)
0	0,0
6	4,0
12	8,0
18	12,0
≥24	16,0

FONTE: DNIT, 2006.

Determinação do fluxo

De acordo com o DNIT (2006), a Equação 8 determina o fluxo nos 15 minutos mais carregados da hora de pico:

EQUAÇÃO 8 – FLUXO MAIS CARREGADOS DA HORA PICO

$$v_p = \frac{V}{FHP \cdot N \cdot f_{vp} \cdot f_p} \quad (8)$$

Onde:

v_p = fluxo nos 15 minutos mais carregados da hora de pico (veic/h/faixa);

V = volume horário de projeto (hora de pico) (veic/h);

FHP = fator de hora de pico (Equação 4);

f_{vp} = fator de ajustamento para veículos pesados;

f_p = fator de ajustamento para a população.

Ajuste para veículos pesados

A determinação desse ajuste para múltiplas faixas é feito pela mesma equação de pista simples, ou seja, a Equação 5. Porém as variáveis são obtidas de outro método.

Para os correspondentes a carros de passeio, há dois tipos de classificação de rodovias: rodovias com trecho extenso ou para rampas específicas. No caso de trecho extenso os valores se encontram no Quadro 13.

QUADRO 13 - EQUIVALENTES EM CARROS DE PASSEIO EM TRECHOS EXTENSOS DE RODOVIA

Tipo de terreno			
Fator	Plano	Ondulado	Montanhoso
E_C (caminhões e ônibus)	1,5	2,5	4,5
E_{VR} (veículos de recreio)	1,2	2,0	4,0

FONTE: DNIT (2006).

Segundo o DNIT (2006), o trecho é considerado trecho extenso caso não tenha greides até 3% com comprimentos maiores ou iguais a 1,6 km e se cada um dos greides superiores a 3% não possua extensão maior que 0,8km.

- Terreno Plano: São trechos que possuem greides de 1 a 2%, onde é uma combinação de alinhamento horizontal e vertical que permite os veículos pesados manter quase a mesma velocidade dos carros de passeio.

- Terreno Ondulado: Esse tipo de trecho possui uma combinação de alinhamento horizontal, porém isso faz com que os veículos pesados trafeguem com velocidades inferiores às dos carros de passeio.

- Terreno Montanhoso: é o trecho que possui uma combinação de alinhamentos horizontais e verticais, mas os veículos se deslocam lentamente durante o trecho ou em intervalos frequentes.

Ajuste para a população

Esse fator de ajustamento, f_p , para a população representa o quão os motoristas estão familiarizados com a rodovia. O valor do fator varia entre 0,85 e 1,00, onde o máximo significa que eles conhecem bem a rodovia e o menor valor se refere aos motoristas de final de semana (DNIT, 2006).

Densidade

- Determinar a velocidade média dos carros de passeio (v_{mp}) e o Nível de serviço.
- Determinar a densidade do fluxo pela equação 7:

EQUAÇÃO 9 - DENSIDADE

$$D = \frac{v_p}{v_{mp}} \quad (9)$$

Onde:

D = densidade (ucp/km/faixa);

v_p = fluxo (ucp/h/faixa);

v_{mp} = velocidade média dos carros de passeio (km/h).

O nível de serviço da mesma forma pode ser obtido pelo Quadro 8, com a densidade de fluxo calculada.

3 DESCRITIVO DA ÁREA DE ESTUDO

O capítulo 3 aborda a área de estudo, estudos anteriores sobre a avenida e previsões sobre obras no Município. No trecho estudado, são informados acerca da extensão da via, quantidade de interseções e elevação do terreno.

3.1 ÁREA DE ESTUDO

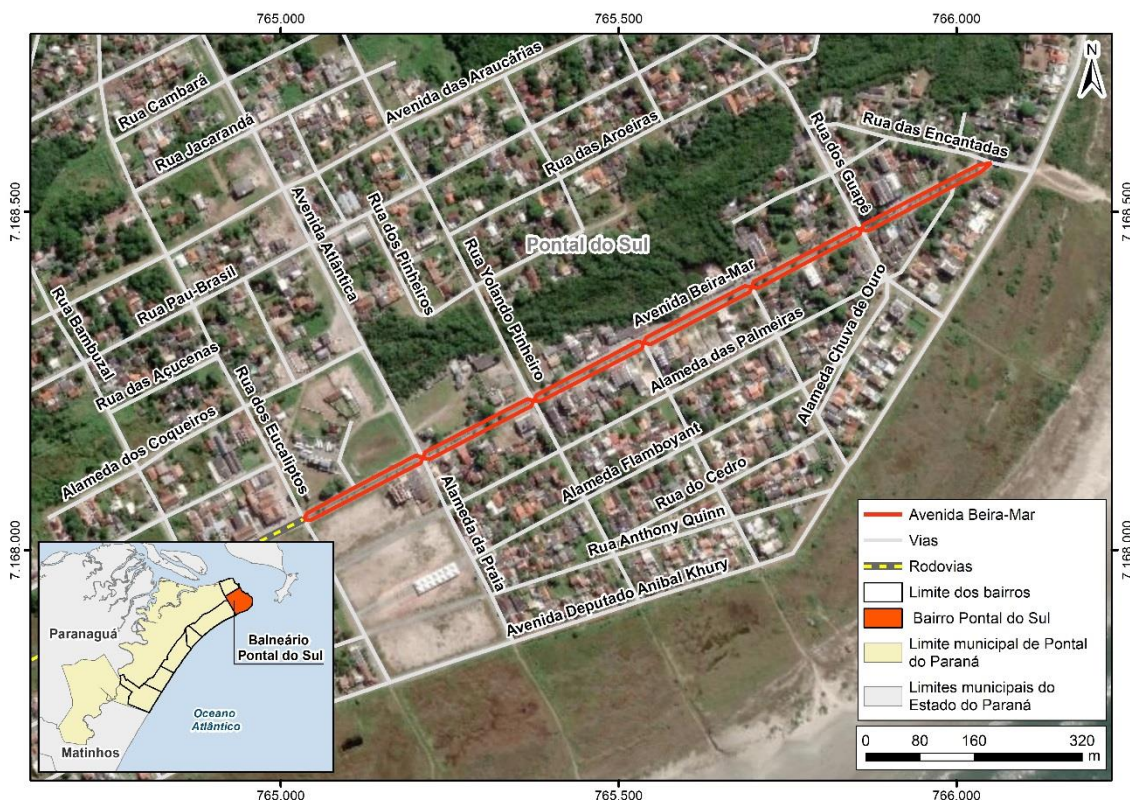
A avenida estudada é a continuação da PR-412, rodovia que atravessa o município e que conecta os balneários de Pontal do Paraná. A avenida inicia no Balneário de Pontal do Sul e tem aproximadamente 1,2 km, terminando na Rua das Encantadas, próximo à praia.

Para caracterização da avenida, avalia-se como uma via duplicada, porém sem a presença de acostamento. Ao longo da via, existem estabelecimentos de grande movimento, como a Universidade Federal do Paraná - CPP, uma Estação Rodoviária, a Câmara Municipal e o principal acesso ao ponto de embarque para a Ilha do Mel.

A avenida serve ainda de acesso a área da Technip Techint P76, que atualmente o Projeto P76 está desativado, mas que antes todos os funcionários e colaboradores desse projeto influenciavam diretamente no trânsito local.

O único acesso asfaltado em direção a Pontal do Sul é pela PR-412, que por fim, se conecta com a principal avenida do balneário. Em épocas de feriados e temporada, o movimento aumenta consideravelmente. Com a presença de polos turísticos como a Ilha do Mel, o número de veículos que transitam pela avenida tende a ser até 3,5 vezes maior que o normal durante a semana (DER, 2019). A diferença evidencia a importância da sazonalidade local e a realização de contagens em diferentes condições. A Figura 15 ilustra a região onde a avenida está localizada.

FIGURA 15 - AVENIDA BEIRA MAR



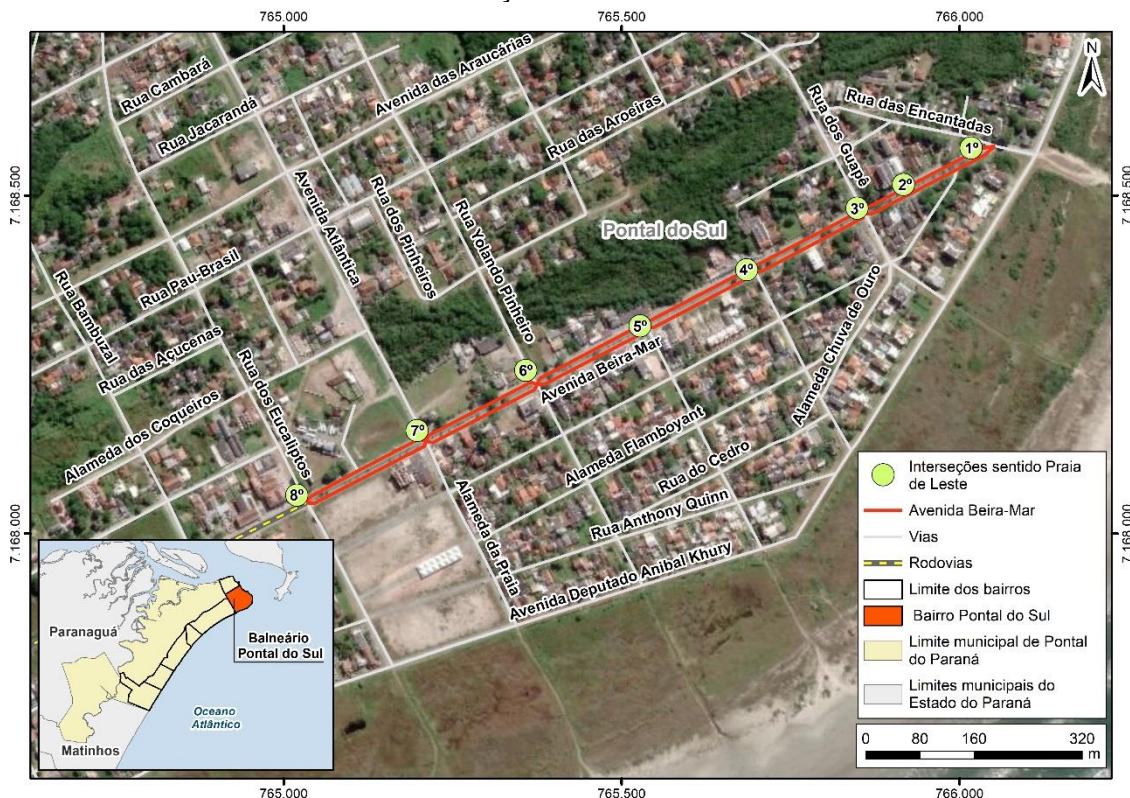
FONTE: O autor.

A via apresenta uma extensão de 1,2 km, a imagem foi obtida por satélite. A medida considera desde o início da bifurcação da PR-412 até a interseção em T com a Rua das Encantadas.

Densidade de acessos

A quantidade de pontos de acesso da avenida foi obtida *in loco* para cada sentido. Na direção ao Balneário de Praia de Leste, ao todo foram verificados 8 acessos durante toda a extensão da via. No sentido ao Balneário de Pontal do Sul, existem 9 acessos. A Figura 16 ilustra os acessos existentes sentido Praia de Leste, sendo enumerados de acordo com o sentido.

FIGURA 16 - INTERSEÇÕES SENTIDO PRAIA DE LESTE



FONTE: O autor.

Elevação do terreno

O greide foi avaliado por meio de imagens de satélite, resultando em uma declividade muito inferior às apresentadas nas demais tabelas do DNIT (2006), onde o mínimo apresentado é 3%. Por conta disso, este trabalho considerou o local de estudo como plano.

3.2 ANÁLISES EXISTENTES DA ÁREA DE ESTUDO

Em contato com a Prefeitura de Pontal do Paraná, a fim de buscar matérias sobre o assunto, verificou-se que o município não apresenta um estudo detalhado de tráfego. Além disso, a versão mais atual do Plano Diretor também não contempla um estudo de tráfego detalhado.

A prefeitura informou que estão sendo realizados estudos da viabilidade da criação de um binário no balneário de Santa Terezinha, porém os dados ainda estavam sendo processados. Por fim, a prefeitura informou que foi fechado um convênio com a Fundação de Apoio da Universidade Federal do Paraná para atualizar os estudos de tráfego do município.

Outro estudo relevante é o realizado pelo Departamento de Estradas de Rodagem (DER) do Paraná. O estudo contém análises e projeções do tráfego para Pontal do Paraná. A principal avaliação foi na PR-412, para justificativa da criação de uma nova faixa de infraestrutura, sendo paralela à PR-412 e interligando demais vias coletoras. O estudo estabeleceu postos de contagem, sendo eles: 9 de interseção e 3 de segmentos. Todos eles locados ao longo da PR-412 (DER, 2019).

Entre as variações existentes para contagem, a heterogeneidade temporal do local é um dos parâmetros relevantes locais. Os períodos heterogêneos na região de estudo são: verão, inverno e sobre demanda. Nos meses de dezembro a fevereiro considera-se verão, os demais meses são considerados como inverno e o período de sobre demanda significa aquela presença de tráfego intenso em pequenos intervalos de dias, como, feriados e festas de fim de ano. A contagem dessa pesquisa foi realizada no mês de março do ano de 2015, ou seja, é caracterizada como uma medição de inverno.

No estudo do DER (2019), o posto de contagem I09 é o mesmo posto de contagem adotado para este trabalho. O posto I09 ficou alocado entre o subtrecho 5 da via arterial e o subtrecho 5 da PR-412. Como resultado obteve-se volume de tráfego médio diário anual de 14.019 veículos naquele posto. Abaixo a Figura 17 expõe o local do posto de contagem do estudo citado.

FIGURA 17 – LOCAL DO POSTO DE CONTAGEM I09



FONTE: O autor.

Com a implementação da nova faixa de infraestrutura, a Rodovia PR-412 deve sofrer uma redução de tráfego considerável devido a transferência ao longo da nova via, ao menos no período de inverno, pois nos períodos de verão e feriados ambas as vias irão manter seus tráfegos constantes. Conforme o (DER, 2019), a projeção para o período de verão prevê um volume 1,877 vezes maior que o tráfego de inverno. Avaliando o período de feriado esse número chega a ser 3,533 vezes maior que o de inverno.

Também foram avaliados dois cenários nesse estudo. Primeiramente, no caso da implantação da nova arterial como pista dupla ou simples e as coletoras

nas mesmas condições. No subtrecho 5 da rodovia arterial como pista dupla, o nível de serviço avaliado foi de A para todos os períodos ao longo dos anos, entre o período de 2018 a 2037. Caso a arterial fosse construída como pista simples, o subtrecho 5 no período de feriado ao longo dos anos atingiria nível de serviço C.

3.3 OBRAS FUTURAS NO MUNICÍPIO

Recentemente o governo concluiu obras que elevaram para 80% o saneamento no litoral paranaense, incluindo os municípios de Pontal do Paraná e Matinhos. Além de que, há outros investimentos do Estado na parte de infraestrutura urbana e viária como revitalização da orla dos municípios, saúde e segurança pública (Paraná, 2018).

No ano de 2004, o plano diretor do município de Pontal do Paraná realçou o estado precário da PR-412 no seu sistema viário e incluiu uma via arterial junto com as vias coletoras como uma alternativa de melhoria para o tráfego da região. Em 2008, a própria Prefeitura mostrou-se interessada na instalação de um porto na região da Ponta do Poço, no balneário de Pontal do Sul e isso fez com que a ideia de uma nova faixa de infraestrutura fosse fortalecida (Paraná, 2016).

Quando o Instituto Ambiental do Paraná – IAP estava elaborando o termo de referência para licença da estrada, avaliou-se que seria mais apropriada uma faixa de infraestrutura contendo a estrada, o canal de micro e macrodrenagem, ferrovia, linha de transmissão e os dutos de gás e de saneamento (Paraná, 2016).

Atualmente a cidade tem previsão de uma instalação de um terminal portuário, o 3P, fora do perímetro urbano. O porto terá mais de 450 mil metros quadrados para armazenamento de contêineres (3P, 2019).

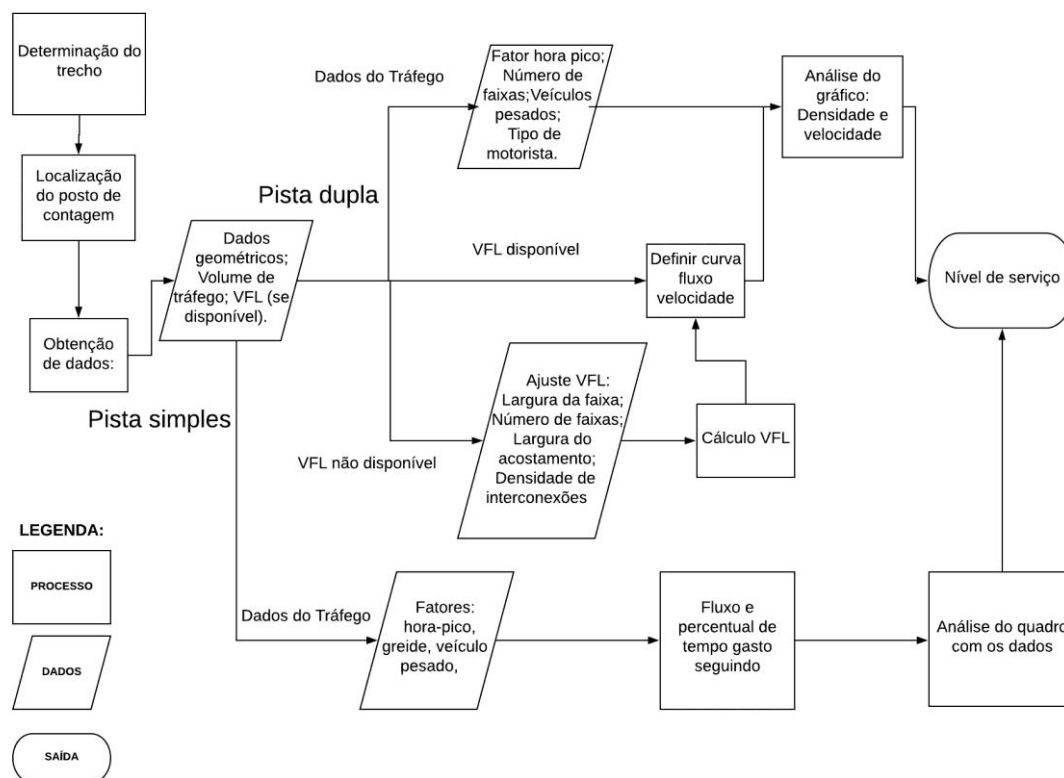
A nova faixa de infraestrutura ainda recebe propostas para mudanças de traçado (Brembatti, 2019).

4 METODOLOGIA

O estudo de tráfego, de acordo com a bibliografia apresentada, necessita de uma grande quantidade de requisitos e disponibilidade para obter informações, que não são de fácil aquisição. O atual trabalho utiliza metodologia de análise de rodovia pelo Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006) e a ficha de contagem é baseada na Ficha de Contagem Volumétrica I, conforme detalhado na Seção 2.3.2.

Desse modo, a análise do trabalho seguiu a forma apresentada no fluxograma da Figura 18, considerando as características do trecho em estudo e os dados obtidos para a realização do mesmo.

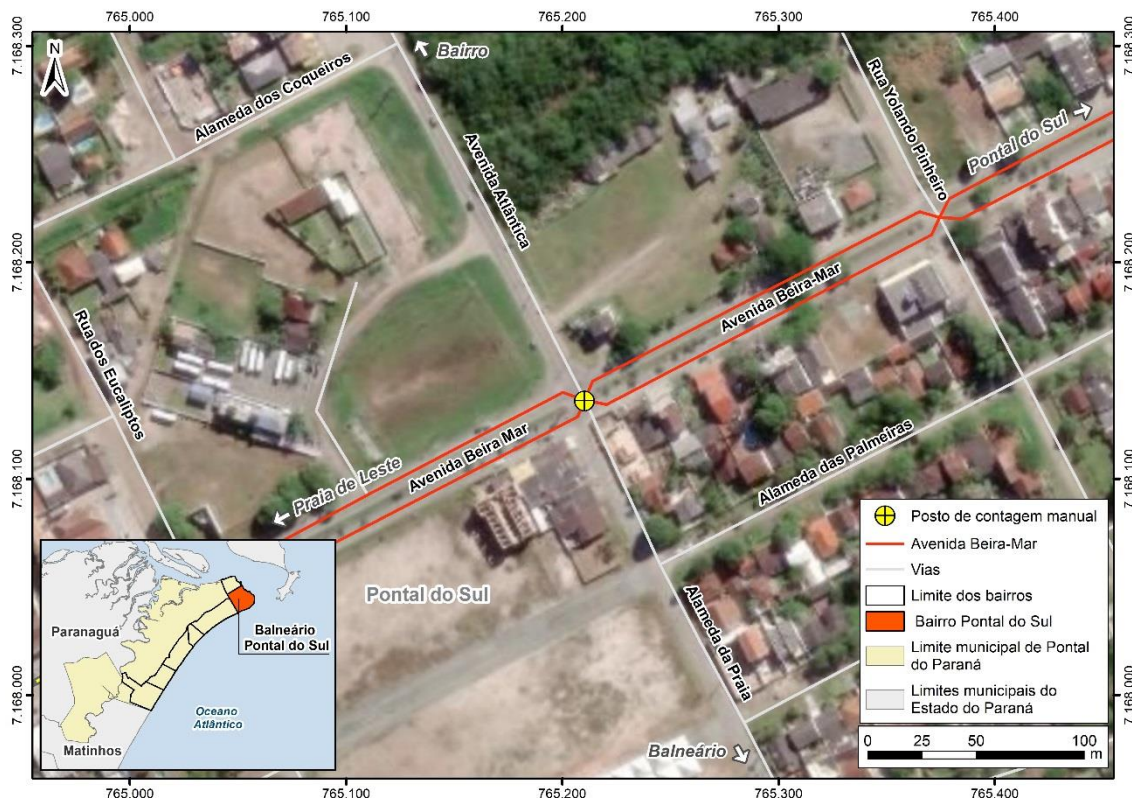
FIGURA 18 - FLUXOGRAMA DA ATIVIDADE



FONTE: O autor.

Para a coleta de dados foi definido apenas 1 (um) posto de contagem volumétrica classificatória, localizado na interseção da Avenida Beira Mar com a continuação da PR-412, mais conhecida como a Estrada da Ponta do Poço. A Figura 19 apresenta o local do posto de contagem junto com os sentidos da interseção da via.

FIGURA 19 - LOCAL DO POSTO DE CONTAGEM COM OS SENTIDOS DA VIA



FONTE: O autor.

O Quadro 14 detalha os sentidos da via com seus logradouros.

QUADRO 14 - IDENTIFICAÇÃO DOS SENTIDOS DO POSTO DE CONTAGEM

Denominação	Logradouro
1	Avenida Beira Mar – Sentido Pontal do Sul
2	Rua Alameda da Praia – Sentido Balneário (Praia)
3	Avenida Beira Mar – Sentido Praia de Leste
4	PR-412 – Sentido Bairro

FONTE: O Autor

As contagens volumétricas classificatórias manuais ocorreram durante os dias 08, 09 e 10 de outubro de 2019. Os dias correspondem, respectivamente, aos dias de semana terça, quarta e quinta-feira. Esses dias foram escolhidos de modo que não exista uma diferença em função da sazonalidade presentes na entrada e saída dos finais de semana (segunda e sexta-feira).

O período de contagem foi de 12 horas ininterruptas, das 07:00 às 19:00. A separação da contagem foi dividida em intervalos de hora em hora e a hora-pico foi dividida em 15 minutos. O período determinado da hora-pico foi das 12:00 às 13:00 e das 17:00 às 18:00. O motivo da escolha da hora-pico foi, primeiramente, pelo horário de início das aulas da universidade e horário para

almoço, e posteriormente, pelo horário de saída das pessoas dos estabelecimentos.

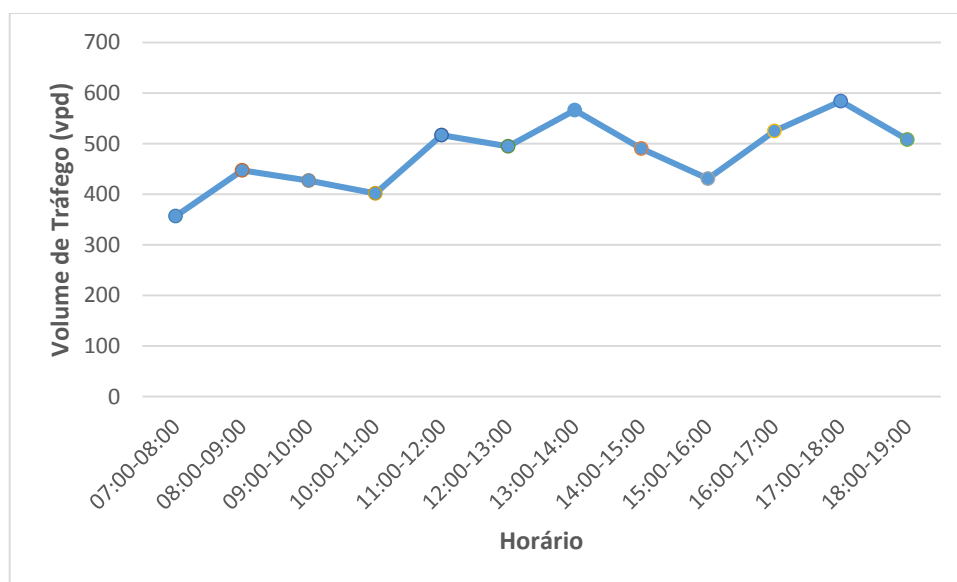
Os veículos foram classificados em carros de passeio, moto, bicicleta, ônibus e caminhão. A classe do ônibus, é válido mencionar que também agrega veículos de transporte de pessoas, como vans e micro-ônibus. A classe de caminhão agrupa todo e qualquer tipo de veículo pesado, como transporte de carga e trator.

5 ANÁLISE DA RODOVIA

Este capítulo tem como objetivo avaliar a capacidade e nível de serviço da rodovia seguindo os métodos do manual de estudos de tráfego do DNIT. Inicialmente, será apresentada a quantidade volumétrica dos dias analisados e depois os cálculos para obtenção do nível de serviço.

Os quadros de resumo das contagens junto com a ficha de contagem dos 3 dias se encontram no final deste trabalho, nos Apêndices A e B respectivamente. Abaixo a Figura 20 mostra o volume de tráfego por hora do dia 08.

FIGURA 20 - VARIAÇÃO DIÁRIA DO VOLUME DE TRÁFEGO, DIA 08/10/2019

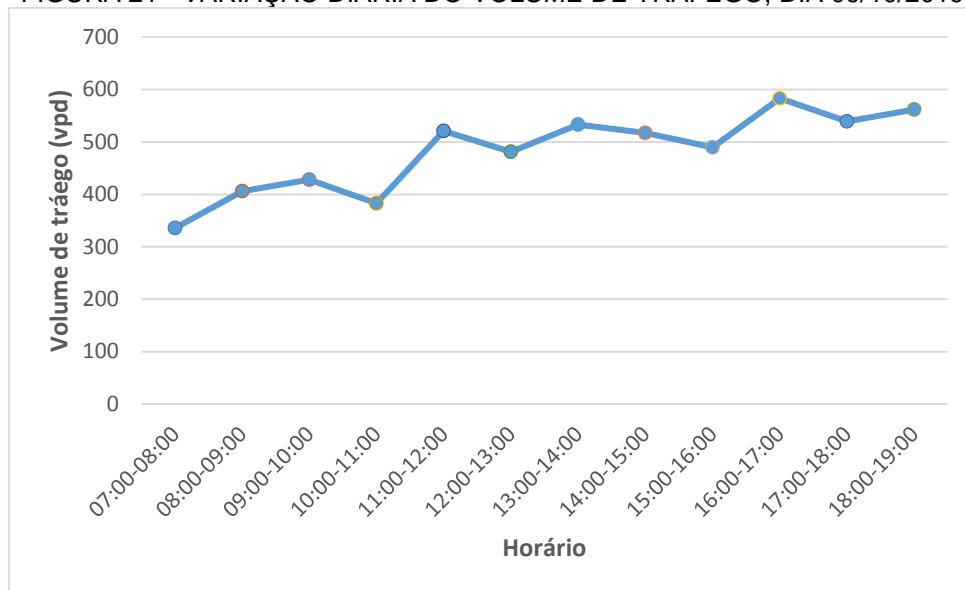


FONTE: O autor.

Percebe-se que o horário que contém o maior volume de veículos é entre às 17:00 e 18:00, justamente o horário que foi contado manualmente em intervalos de 15 minutos.

A Figura 21 representa o resumo da contagem no dia 09/10/2019.

FIGURA 21 - VARIAÇÃO DIÁRIA DO VOLUME DE TRÁFEGO, DIA 09/10/2019

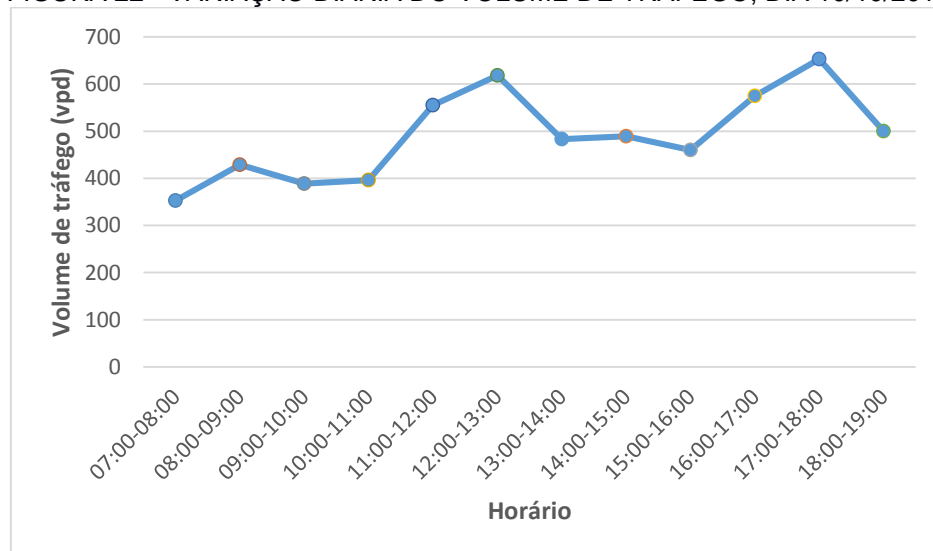


FONTE: O autor.

Neste dia, quarta-feira, a hora de pico foi entre às 16:00 e 17:00, e o volume do tráfego quase atinge 600 veículos.

Por último, o resumo contido na Figura 22 refere-se a contagem do dia 10/10/2019.

FIGURA 22 - VARIAÇÃO DIÁRIA DO VOLUME DE TRÁFEGO, DIA 10/10/2019



FONTE: O autor.

O último dia de contagem teve maior número de veículos durante às 12 horas, no total 5.900 unidades de veículos. Entretanto, ocorreram dois períodos em que o fluxo ultrapassou 600 veículos por hora, sendo as horas consideradas como hora pico e contabilizadas em 15 minutos.

5.1 CAPACIDADE E NÍVEL DE SERVIÇO

Com os dados da rodovia e o método a ser utilizado conforme o manual de estudos de tráfego do DNIT (2006), é possível obter o nível de serviço da rodovia. Os sentidos avaliados da via são os de maiores fluxos, ou seja, sentido Praia de Leste e Pontal do Sul.

5.1.1 Múltiplas Faixas

Conforme os dados obtidos nos quadros de resumo de contagem que estão em anexo, o volume em que mais obteve número de veículos foi das 17:00 às 18:00, do dia 10/10/2019. Nota-se que para a obtenção dos dados, os valores utilizados são os valores desejados subtraídos dos valores dos usuários de bicicleta. O Quadro 15 resume o levantamento por sentido na hora-pico.

QUADRO 15 - HORA-PICO SENTIDO PONTAL DO SUL

10/10/19	Sentido Pontal do Sul					TOTAL
	Carro de Passeio	Moto	Bicicleta	Ônibus	Caminhão	
Horário						
17:00-17:15	32	4	0	2	1	39
17:15-17:30	34	5	1	2	2	44
17:30-17:45	38	6	2	3	4	53
17:45-18:00	35	4	0	1	3	43
TOTAL	139	19	3	8	10	179

FONTE: O autor.

Desse modo, o fator hora-pico sentido Pontal do Sul resulta:

$$FHP = \frac{176}{4 \times 51} = 0,86$$

QUADRO 16 - HORA-PICO SENTIDO PRAIA DE LESTE

10/10/19	Sentido Praia de Leste					TOTAL
	Carro de Passeio	Moto	Bicicleta	Ônibus	Caminhão	
Horário						
17:00-17:15	52	7	2	4	4	69
17:15-17:30	56	9	3	4	5	77
17:30-17:45	58	11	4	5	4	82
17:45-18:00	54	10	2	4	3	73
TOTAL	220	37	11	17	16	301

FONTE: O autor.

Para o sentido de Praia de Leste o FHP resulta:

$$FHP = \frac{290}{4 \times 78} = 0,93$$

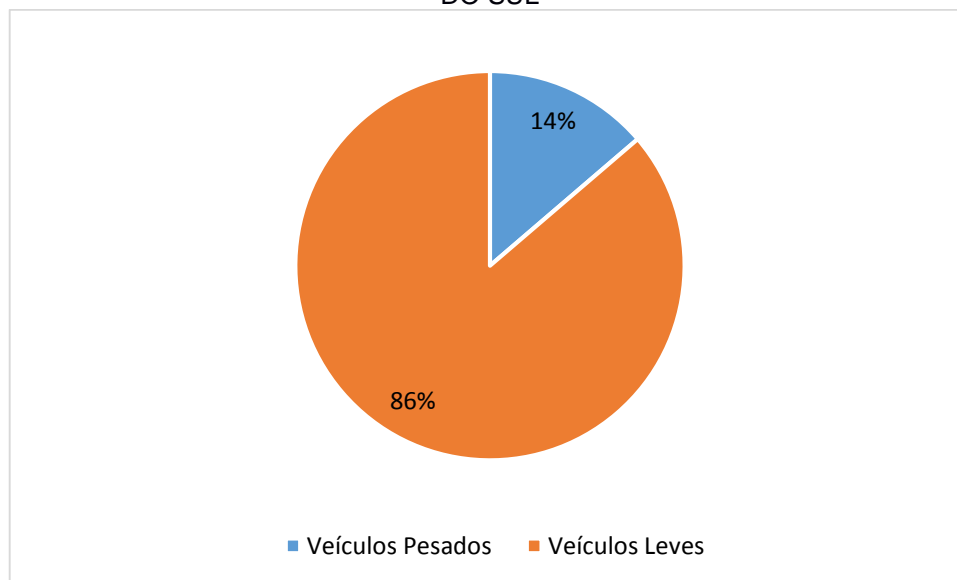
Número de faixas (N)

A avenida analisada possui um canteiro central, além de uma dupla faixa para cada sentido, Praia de Leste e Pontal do Sul, ou seja $N = 2$. Porém, nessa via não há sinalização de separação de pistas e nem o limite de velocidade. Outro fator observado é que no lado direito de cada sentido, o meio fio não indica faixa amarela, sendo permitido estacionar.

Distribuição do tráfego por sentido

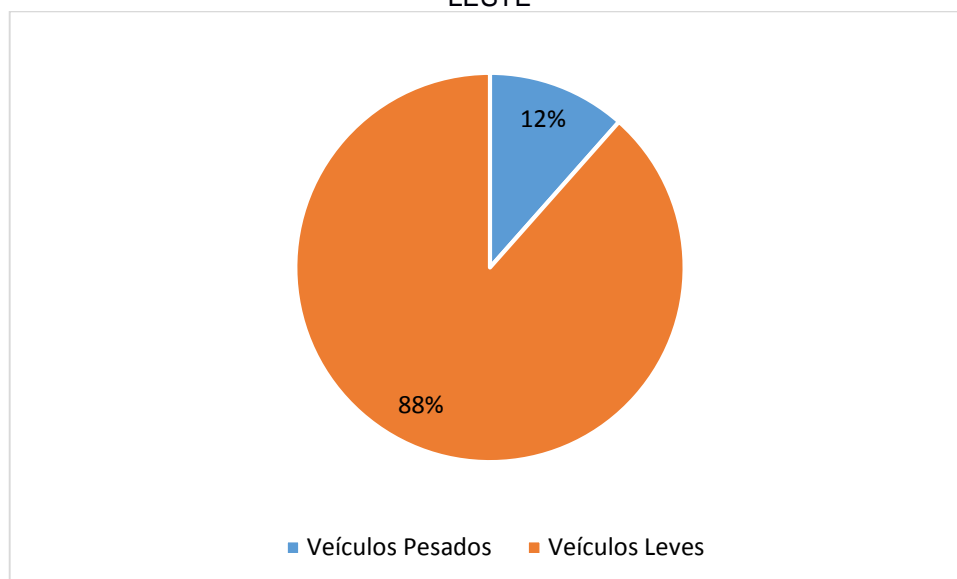
As Figuras 23 e 24 apresentam a distribuição entre os veículos pesados e leves por cada sentido dentro da hora-pico.

FIGURA 23 - DISTRIBUIÇÃO ENTRE VEÍCULOS PESADOS E LEVES, SENTIDO PONTAL DO SUL



FONTE: O autor.

FIGURA 24 - DISTRIBUIÇÃO ENTRE VEÍCULOS PESADOS E LEVES, SENTIDO PRAIA DE LESTE



FONTE: O autor.

Em ambos os sentidos não foi encontrado nenhum tipo de veículo recreativo no local e o terreno é considerado tipo plano. Seguindo a linha de cálculo, foi calculado o fator de ajustamento para veículos pesados para ambos os sentidos.

Sentido Pontal do Sul:

$$f_{vp} = \frac{1}{1 + 0,14(1,5 - 1) + 0} = 0,93$$

Sentido Praia de Leste:

$$f_{vp} = \frac{1}{1 + 0,12(1,5 - 1) + 0} = 0,94$$

Tipo de motorista

Durante a semana, o tipo motorista que trafega na região está familiarizado com a rodovia, então o fator de ajustamento para a população é $f_p=1$.

Determinar v_p

Para determinar v_p , é necessário, o fator de ajustamento para a população, número de faixas, FHP, fator de ajustamento para veículos pesados e o volume da hora de pico. O valor v_p obtido para cada sentido é:

Sentido Pontal do Sul:

$$v_p = \frac{176}{0,86 \times 2 \times 0,93 \times 1} = 110,02$$

$$v_p = 110 \text{ veíc/h/faixa}$$

Sentido Praia de Leste:

$$v_p = \frac{290}{0,93 \times 2 \times 0,94 \times 1} = 165,86$$

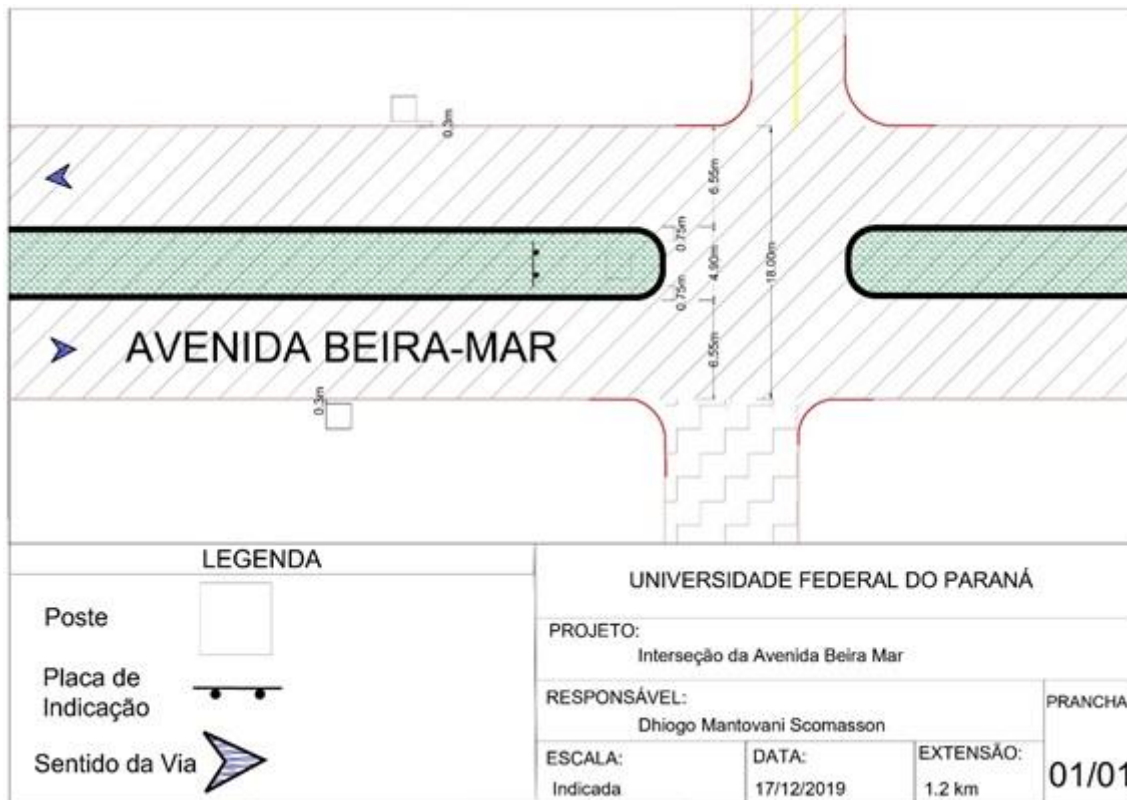
$$v_p = 166 \text{ veíc/h/faixa}$$

Determinação do VFL

A avenida, conforme o CTB, é denominada como uma via arterial, pois possui interseções em níveis e recebe o fluxo de uma via de trânsito rápido, que serve para distribuir o tráfego dentro da cidade. A velocidade básica de fluxo livre (BVFL) é de 60 km/h.

Os dados da avenida, como largura da faixa e distância dos obstáculos foram medidos *in loco* e transpostos em imagem, conforme a Figura 25.

FIGURA 25 - MEDIDAS DA AVENIDA BEIRA MAR



FONTE: O autor.

Com as medidas da avenida é possível obter o valor de ajuste da largura da faixa e o fator de ajuste do espaço livre lateral. Por meio de interpolações lineares foi possível calcular tais ajustes. Conforme pode ser observado no Quadro 9, o valor de redução do ajuste é $f_f = 3,85$. E para o valor do espaço livre lateral, f_{el} , as medidas foram retiradas da Figura 25 e utilizadas no Quadro 10 para obtenção dos coeficientes.

O resultado do fator de ajuste foi:

$$f_{el} = ELL = 7,25 + 5,1 = 12,35$$

A via, conforme ilustrado na Figura 23 possui canteiro central, então seu fator de redução f_{cc} é nulo. Avaliando a densidade, foram analisadas nas Figuras 16 e 17 as quantidades de interseções na via, sendo obtido sentido Pontal do Sul um valor de 7,5 na interseção por quilômetro. No sentido Praia de Leste, o valor resultante foi de 6,67.

Para a aquisição dos fatores de redução de densidade, foram realizadas interpolações lineares, resultando para o sentido Pontal do Sul um $f_A = 5,0$ e para o sentido de Praia de Leste um $f_A = 4,44$, conforme apresentado no Quadro 12.

Por fim, pode-se determinar a VFL.

Sentido Pontal do Sul:

$$VFL = 60 - 3,85 - 12,35 - 0 - 5 = 38,8 \text{ km/h}$$

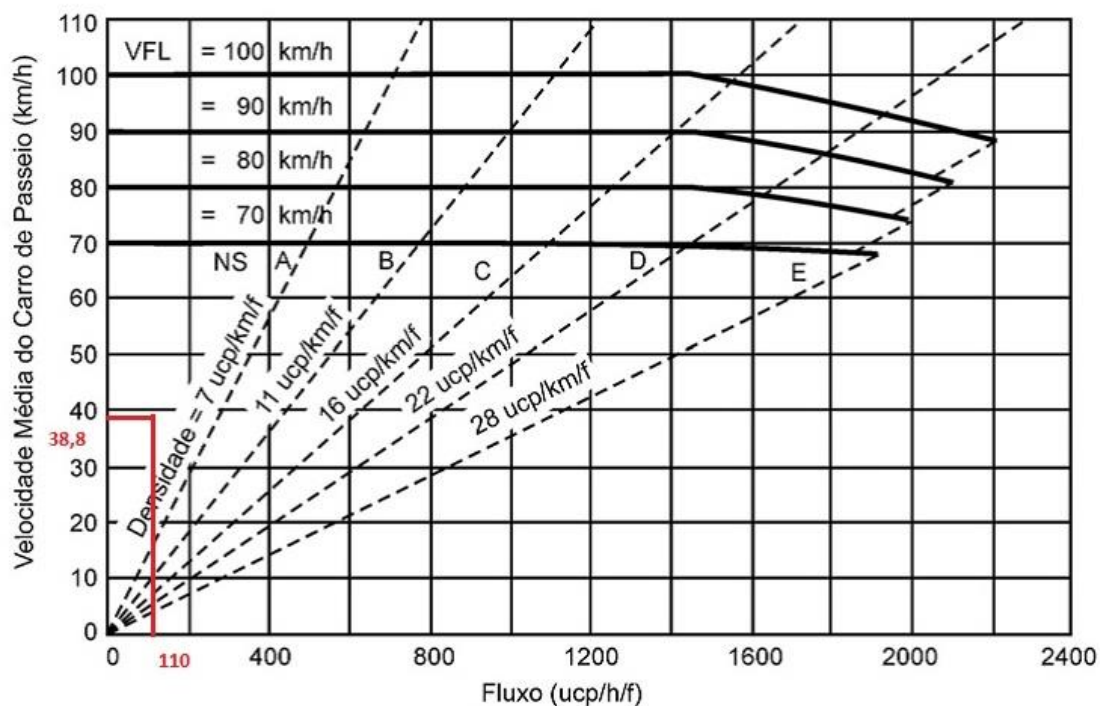
Sentido Praia de Leste:

$$VFL = 60 - 3,85 - 12,35 - 0 - 4,44 = 39,36 \text{ km/h}$$

Nível de serviço

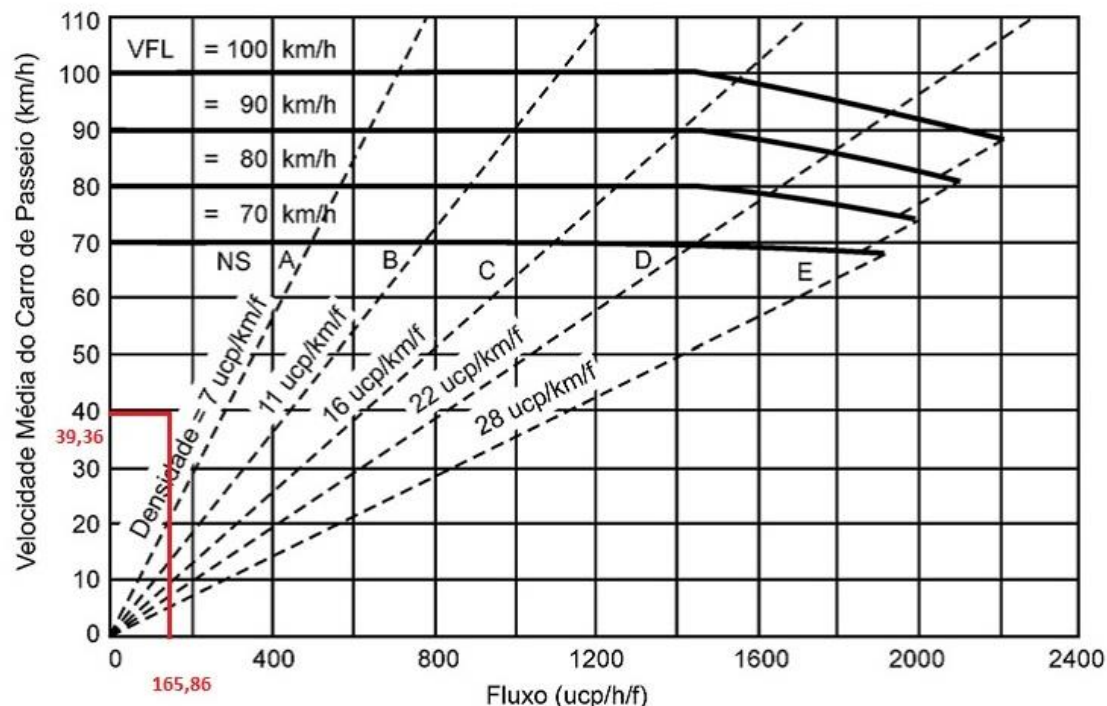
Após o cálculo da VFL e do fluxo v_p , foi possível determinar o nível de serviço para os sentidos traçando o gráfico. As Figuras 26 e 27 apresentam os níveis de serviço atingidos.

FIGURA 26 - NÍVEL DE SERVIÇO SENTIDO PONTAL DO SUL - FAIXA DUPLA



FONTE: DNIT (2006), adaptado pelo autor.

FIGURA 27 - NÍVEL DE SERVIÇO SENTIDO PRAIA DE LESTE – FAIXA DUPLA



FONTE: DNIT (2006), adaptado pelo autor.

Em ambos sentidos da rodovia obtiveram nível de serviço A.

Densidade

Em ambos os sentidos apresentou uma densidade inferior a 7 unidades veículos por quilômetro por faixa.

5.1.2 Pista Simples

A seguir a metodologia do DNIT (2006) para obtenção do nível de serviço da avenida como pista simples. Lembrando que os valores a seguir não contemplam o número de bicicletas.

Capacidade

Para cada um dos sentidos, o volume calculado não ultrapassou o limite de 1.700 veículos por hora: (Ver os Quadros 15 e 16)

Sentido Pontal do Sul: 176 veíc/h;

Sentido Praia de Leste: 290 veíc/h.

A somatória do conjunto de faixas também não atingiu o limite dos dois sentidos, que é de 3.200 veíc/h.

Classificação da pista

A avenida apresenta pontos turísticos, sendo também utilizado de acesso para a rodovia PR-412. Ela foi classificada como Classe II, conforme o manual do DNIT (2006), em que o motorista não espera trafegar em alta velocidade na pista. Com isso, para obtenção do nível de serviço é necessário apenas calcular o tempo gasto seguindo (BPTGS).

Fluxo de tráfego

O fator hora-pico é o mesmo obtido para a rodovia de múltiplas faixas. O fator de ajuste de greide seguiu o Quadro 6 e considerando o terreno plano ($f_G=1$). Para o fator de veículos pesados utiliza-se a mesma equação da análise de múltiplas faixas, com os mesmos valores de proporção. Porém, os parâmetros são obtidos do Quadro 7. Entretanto não foi registrado passagem de veículos de recreação, tornado os f_{vp} de pista simples iguais aos de múltiplas faixas.

Sentido Pontal do Sul:

$$f_{vp} = \frac{1}{1 + 0,14(1,1 - 1)} = 0,986$$

Sentido Praia de Leste:

$$f_{vp} = \frac{1}{1 + 0,12(1,1 - 1)} = 0,988$$

Em síntese é possível calcular o v_p .

Pontal do Sul:

$$v_p = \frac{176}{0,86 \cdot 1,0,986} = 207,5$$

Praia de Leste:

$$v_p = \frac{290}{0,93 \cdot 1,0,988} = 315,6$$

Com esse fluxo v_p calculado, parte-se para a obtenção do Tempo Gasto Seguindo (%).

Pontal do Sul:

$$BPTGS = 100(1 - e^{-0,000879 \cdot 207,5}) = 16,67$$

Praia de Leste:

$$BPTGS = 100(1 - e^{-0,000879 \cdot 315,6}) = 24,65$$

O fator $f_{d/up}$ definido pelo Quadro 5, precisa dos parâmetros do fluxo nos dois sentidos, zonas de ultrapassagem proibida e distribuição por sentido. Abaixo o detalhamento dos demais parâmetros.

- Fluxo nos dois sentidos: $176 + 290 = 466 \text{ veíc/h}$
- Zonas de ultrapassagem proibida: 100% (há o canteiro central na avenida inteira).
- Distribuição por sentido: 60/40. Pois o tráfego de Praia de Leste é aproximadamente 60% da soma dos dois sentidos.

Com os dados e interpolação linear o $f_{d/up}$ resultou em 21,7%.

Por fim, para cada sentido o PTGS:

Pontal do Sul:

$$PTGS = 16,67 + 21,7 = 38,37$$

Praia de Leste:

$$PTGS = 24,65 + 21,7 = 46,35$$

Por fim obtém-se os níveis de serviço dos dois sentidos, para Pontal do Sul o nível de serviço é A e para Praia de Leste o nível de serviço é B. Todos os dados alcançados do estudo estão no Apêndice C.

6 CONCLUSÃO

Nesta pesquisa foi avaliada a interseção da Avenida Beira Mar com a PR-412 no Balneário de Pontal do Sul, localizado no município de Pontal do Paraná. Analisou-se os dois sentidos que tiveram o maior número de fluxo de veículos da via, sendo ainda avaliados como pista simples e como pista dupla. As medições foram realizadas durante a semana e durante a temporada de inverno.

O resultado obtido do volume de fluxo durante os 3 dias foi uma média de 5.800 veículos por dia, durante as 12 horas de contagem, das 07:00 até as 19:00. Percebe-se que o horário de maior fluxo é das 17:00 às 18:00. Provavelmente isso ocorre devido à saída das pessoas da jornada de trabalho.

Notou-se que entre os sentidos analisados da interseção, o de maior volume na hora-pico é de Praia de Leste. Supostamente isso acontece em razão da maioria das pessoas que trabalham em Pontal do Sul (último balneário do município) residirem em outros balneários, uma vez que este balneário apresenta terrenos mais valorizados e um custo de vida mais elevado devido estar próximo a um local turístico, Ilha do Mel.

Durante as medições, notou-se, também, que existem outros horários em que a movimentação é maior na rodovia, um horário é entre às 11:00 até 13:00, horário em que as pessoas vão almoçar e retornam para o trabalho ou ir para a faculdade. Outro horário é entre 16:00 até às 17:00, uma vez que no dia 09/10 esse horário chegou a ser a hora-pico do dia.

A Avenida Beira Mar, como citada no estudo do DER, é considerada de pista dupla devido à largura de faixa que possui. Todavia, ao longo das medições é possível perceber que a avenida não tem distinção de faixa em cada um dos sentidos. Bem assim, mesmo sendo uma via dupla, é permitido estacionar ao lado direito, o que implica que a avenida seja usada como pista simples. Além disso, há vários obstáculos próximos da via, tanto no canteiro central, como no bordo direito, como placas de sinalizações, postes etc, o que acarreta na redução de velocidade significativamente.

Para a análise da avenida como pista dupla obteve-se um nível de serviço A. Entre os fatores que mais influenciaram para este resultado, deve-se comentar que o período de contagem foi realizado fora de temporada, o que reduz consideravelmente o número de veículos no município. Outro fator

importante foi o clima bom (sol), facilitando o uso de outros meios de mobilidade, como bicicletas, motocicletas e até mesmo ônibus.

Considerando a avenida como pista simples, a análise obteve um nível de serviço B para o sentido de Praia de Leste e um nível de serviço A sentido Pontal do Sul. Apesar de ser um nível de serviço aceitável, esta redução do nível de serviço, em uma condição semanal e fora de temporada, permite a avaliação que a via deve ficar saturada com facilidade para outras configurações. A mesma análise pode ser feita, se considerarmos volume de tráfego futuro previsto na região.

Visto que a avaliação foi feita fora de temporada, ou seja, no período de inverno, ela não contempla todas as condições reais da rodovia. Portanto, recomenda-se a realização de levantamentos complementares que possibilitem uma análise mais completa do tráfego, principalmente durante os períodos de verão e feriados.

Outra questão é a instalação portuária: se existir o porto com a nova via arterial, mesmo ela sendo pista simples, com o passar dos anos a região de Pontal do Sul em períodos de feriados teria nível de serviço C conforme o estudo do DER. E caso a via arterial não seja construída, o trecho da PR-412 e Avenida Beira Mar teriam um aumento considerável no volume de tráfego levando a transtornos no trânsito. Algumas alternativas para a avenida estudada é adequar de modo que seja realmente utilizada como pista dupla, ou seja, proibir de estacionar ao lado direito da via, dividir a faixa de rolamento a qual hoje não tem pintura e até mesmo criar uma ciclovia para que tenha segurança e conforto os ciclistas.

REFERÊNCIAS

3P (2019). Porto Pontal Paraná. **Novo Porto de Pontal do Paraná**. Paraná. Disponível em: <<https://portopontal.com.br/imprensa/noticia/5/novo-porto-de-pontal-do-parana-conheca-3p-porto-pontal-parana>> Acesso em: 06 set. 2019.

AND (2017). Associação Nacional dos Detrans. “**Brasil já tem 1 carro a cada 4 habitantes, diz Denatran**”. Acesso: 01/08/2019. url: <<http://www.and.org.br/brasil-ja-tem-1-carro-a-cada-4-habitantes-diz-denatran/>> Acesso em: 08 set. 2019.

BRASIL (2012). Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. **Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana**. Seção II, Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm> Acesso em: 08 set. 2019.

Brembatti, K (2019). **Propostas de traçado alternativo para Faixa de Infraestrutura estão em estudo**. **Gazeta do Povo**. Litoral do Paraná, 13 mar. de 2019. Disponível em <<https://www.gazetadopovo.com.br/politica/parana/propostas-de-tracado-alternativo-para-faixa-de-infraestrutura-estao-em-estudo-bymlqln3lboxqfw527inf1jv1/>> Acesso em 05 nov. 2019.

CTB (2009). **Código de Trânsito Brasileiro**. Art. 60. Lei Nº9.503, de 23 de setembro de 1997. 2ª Edição. Brasília. Disponível em: <http://www.stf.jus.br/arquivo/cms/processoAudienciaPublicaAdin4103/anexo/Lei_9.503_de_23_de_setembro_de_1997.pdf> Acesso em 30 out. 2019.

CET (1982). Companhia de Engenharia de Tráfego. **Boletim Técnico 31 – Pesquisa e Levantamentos de Tráfego**. São Paulo. Disponível em <<http://www.cetsp.com.br/media/65280/bt31-%20pesquisa%20e%20levantamento%20de%20trafego-parte01.pdf>> Acesso em: 25 out. 2019.

CNT (2018). Confederação Nacional de Transportes. **Pesquisa de Rodovias – Metodologia**. Brasília. Disponível em: <<https://pesquisarodovias.cnt.org.br/metodologia>> Acesso em: 12 out. 2019.

CNT (2019). Confederação Nacional de Transportes. **Pesquisa de Rodovias – Mapas**. Paraná. Disponível em: <<https://pesquisarodovias.cnt.org.br/downloads/Galeria%20de%20Fotos/2019/Mapas/UF/PR.pdf>> Acesso em: 13 out. 2019

DER (2019). **Projeto de Engenharia para Implantação em Pista Dupla da Via Arterial 1 e Vias Coletoras de Interligação com a Rodovia PR-412**. Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística. Departamento de Estradas de Rodagem. Pontal do Paraná.

DNIT (2006). Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de estudos de tráfego**. Rio de Janeiro. Disponível em:

<http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/manual_estudos_trafego.pdf> Acesso em: 28 set. 2019.

HCM (2000). **Highway Capacity Manual**. Estados Unidos da América. Disponível em: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway_capacital_manual.pdf> Acesso em: 28 set. 2019.

IBGE (2014). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geociências. **Redes e Fluxos Geográficos – Logística dos Transportes**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/redes-geograficas/15968-infra-estrutura-de-transporte.html?=&t=o-que-e>> Acesso em: 20 set. 2019.

IBGE (2019). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades. Pontal do Paraná**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/pontal-do-parana/panorama>> Acesso em: 18 ago. 2019.

Paraná (2018). Agência de Notícias do Paraná. Notícia: **Governo conclui obras que elevam para 80% o saneamento no Litoral**. Disponível em: <<http://www.aen.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=351652&evento=54982>> Acesso em: 01 out. 2019

Paraná (2016). Estudo de Impacto Ambiental. **Implantação da Faixa de Infraestrutura em Pontal do Paraná**. Volume 1. Secretaria do Estado de Infraestrutura e Logística. Departamento de Estradas de Rodagem. Curitiba.

Paranaguá (2016). **Plano de Mobilidade Urbana Município de Paranaguá. [Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Paranaguá – Lei Plano Diretor, Lei de Zoneamento do Uso e Ocupação do Solo]**. Paranaguá. p.12. 10 de janeiro de 2016.

PELC RJ (2015). **Plano Estratégico de Logística e Cargas do Estado do Rio de Janeiro - Pesquisas de Tráfego e Matriz OD**. Rio de Janeiro. Novembro de 2015.

Pontal do Paraná (2019). **NOSSA CIDADE / História do Município**. Disponível em: <<http://www.pontaldoparana.pr.gov.br/index.php?sessao=b054603368ncb0&id=1836>> Acesso em: 29 set. 2019

Silva, B. L. (2018). **Estudo de Capacidade e Nível de Serviço da Rodovia Dr. Antônio Luiz Moura Gonzaga (SC-406)**. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico. Departamento Engenharia Civil.

TRB (2010). **Transportation Research Board of The Nacional Academy of Sciences**. HCM 2010 – Highway Capacity Manual 2010 Volume 1, 2 e 3. Estados Unidos da América.

Vasconcellos, H. F. M. (2017). **Modelo de Operação para Rodovias Inteligentes**. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico. Departamento Engenharia Civil. Curso de Especialização em Operações Rodoviárias. Florianópolis.

APÊNDICE A: QUADROS DE RESUMO DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA

QUADRO 17 – RESUMO DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA DIA 08/10/2019

08/10/19	Sentido Pontal do Sul					Sentido Balneário					Sentido Praia de Leste					Sentido Bairro					TOTAL
	Carro de Passeio	Moto	Bicicleta	Ônibus	Caminhão	Carro de Passeio	Moto	Bicicleta	Ônibus	Caminhão	Carro de Passeio	Moto	Bicicleta	Ônibus	Caminhão	Carro de Passeio	Moto	Bicicleta	Ônibus	Caminhão	
Horário																					
07:00-08:00	72	14	7	2	5	2	2	3	0	0	109	20	8	7	3	77	10	6	8	2	357
08:00-09:00	93	13	22	2	9	7	1	2	0	0	145	23	9	4	6	82	15	6	4	4	447
09:00-10:00	118	6	10	4	9	5	3	6	0	0	120	17	6	4	14	69	11	15	5	5	427
10:00-11:00	91	13	4	3	4	4	0	1	0	1	129	18	6	6	7	84	11	6	4	10	402
11:00-12:00	116	7	2	4	3	6	1	0	1	0	159	19	10	4	11	131	25	8	7	3	517
12:00-12:15	28	2	0	1	0	1	0	0	1	0	31	4	2	2	3	33	8	3	2	0	121
12:15-12:30	29	3	1	1	1	2	2	1	0	0	32	4	2	2	1	31	7	2	2	0	123
12:30-12:45	31	4	3	1	1	1	0	0	0	0	30	7	3	3	0	29	5	3	1	2	124
12:45-13:00	32	4	5	1	2	1	0	1	0	0	33	8	2	5	1	26	4	1	1	0	127
13:00-14:00	129	29	23	8	8	4	1	6	0	0	159	28	14	8	6	105	16	8	6	8	566
14:00-15:00	120	17	13	4	8	5	1	4	0	1	142	23	12	8	9	87	20	8	4	4	490
15:00-16:00	82	12	11	6	4	6	1	1	0	0	132	18	15	6	10	97	11	5	4	10	431
16:00-17:00	93	10	12	4	7	4	1	1	0	1	174	31	9	8	13	110	18	12	8	9	525
17:00-17:15	30	3	2	3	0	1	2	0	0	0	47	4	0	5	4	27	5	4	3	3	143
17:15-17:30	31	3	2	3	1	1	0	1	0	0	48	6	2	5	3	30	5	6	4	2	153
17:30-17:45	28	5	3	3	0	2	0	0	0	0	42	6	0	5	2	33	6	5	5	0	145
17:45-18:00	25	4	2	3	1	1	0	0	0	0	44	3	3	5	5	32	7	4	3	1	143
18:00-19:00	93	18	12	5	2	10	0	3	0	0	150	19	13	8	3	128	19	19	5	1	508
TOTAL	1241	167	134	58	65	63	15	30	2	3	1726	258	116	95	101	1211	203	121	76	64	5749

FONTE: O autor.

QUADRO 18 – RESUMO DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA DIA 09/10/2019

09/10/19	Sentido Pontal do Sul					Sentido Bañeário					Sentido Praia de Leste					Sentido Bairro					TOTAL
	Carro de Passeio	Moto	Bicicleta	Ônibus	Caminhão	Carro de Passeio	Moto	Bicicleta	Ônibus	Caminhão	Carro de Passeio	Moto	Bicicleta	Ônibus	Caminhão	Carro de Passeio	Moto	Bicicleta	Ônibus	Caminhão	
Horário																					
07:00-08:00	71	12	4	4	5	4	1	6	0	0	81	16	8	10	4	82	14	5	8	1	336
08:00-09:00	95	21	11	2	6	12	1	2	0	0	109	19	9	3	8	73	21	2	1	11	406
09:00-10:00	92	12	15	3	8	3	0	5	0	0	137	28	7	2	9	79	15	5	3	5	428
10:00-11:00	98	14	2	6	8	5	0	0	0	0	108	20	7	4	9	74	12	7	3	6	383
11:00-12:00	117	32	3	2	6	9	1	2	0	0	134	27	11	8	14	109	28	2	8	8	521
12:00-12:15	21	3	1	0	1	3	1	0	1	0	35	9	3	2	2	30	4	1	2	2	121
12:15-12:30	22	3	1	1	0	3	1	1	0	0	36	8	3	2	2	29	3	2	2	1	120
12:30-12:45	27	5	2	1	2	2	0	0	0	0	34	6	1	2	1	27	5	4	1	1	121
12:45-13:00	28	4	2	1	1	2	1	0	0	0	35	6	1	1	2	28	2	3	1	1	119
13:00-14:00	145	22	21	6	8	6	1	4	0	1	135	23	5	6	14	105	16	5	7	3	533
14:00-15:00	103	20	6	7	7	6	0	0	1	0	146	33	8	14	12	117	21	3	7	6	517
15:00-16:00	94	23	7	4	6	3	2	1	0	0	163	25	9	8	17	93	16	4	9	6	490
16:00-17:00	109	18	6	66	6	5	0	4	0	0	162	33	15	6	7	92	25	11	12	6	583
17:00-17:15	23	3	1	5	1	2	0	0	0	0	44	7	3	3	4	26	4	4	3	1	134
17:15-17:30	23	5	2	2	1	2	0	0	0	0	46	7	2	5	3	25	5	5	2	1	136
17:30-17:45	24	4	2	1	1	3	0	0	0	0	48	8	2	5	1	27	5	7	2	1	141
17:45-18:00	22	2	2	1	0	2	0	0	0	0	43	8	2	4	0	29	4	7	2	0	128
18:00-19:00	103	20	19	6	2	12	2	4	0	0	156	32	13	13	2	125	22	21	7	3	562
TOTAL	1217	223	107	118	69	84	11	29	2	1	1652	315	109	98	111	1170	222	98	80	63	5779

FONTE: O autor.

QUADRO 19 – RESUMO DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA DIA 10/10/2019

10/10/19	Sentido Pontal do Sul					Sentido Bañeário					Sentido Praia de Leste					Sentido Bairro					TOTAL
	Carro de Passeio	Moto	Bicicleta	Ônibus	Caminhão	Carro de Passeio	Moto	Bicicleta	Ônibus	Caminhão	Carro de Passeio	Moto	Bicicleta	Ônibus	Caminhão	Carro de Passeio	Moto	Bicicleta	Ônibus	Caminhão	
Horário																					
07:00-08:00	75	16	12	3	1	3	0	5	0	0	81	20	9	9	1	91	14	3	8	2	353
08:00-09:00	102	16	11	4	8	7	2	4	0	0	129	20	6	6	9	77	14	5	5	4	429
09:00-10:00	95	15	9	2	11	3	2	3	0	0	112	11	10	5	9	77	12	2	4	7	389
10:00-11:00	108	11	3	3	5	7	0	1	0	0	126	8	5	6	10	77	7	7	6	6	396
11:00-12:00	154	19	8	3	6	6	2	0	1	1	154	14	7	5	11	112	21	14	7	10	555
12:00-12:15	32	5	2	0	2	1	0	0	0	0	40	7	4	3	3	34	8	1	2	2	146
12:15-12:30	34	5	2	2	0	1	0	0	0	0	44	9	4	5	4	33	7	2	2	1	155
12:30-12:45	34	6	3	3	1	2	0	1	1	0	41	10	2	3	3	33	9	3	2	3	160
12:45-13:00	38	6	4	4	1	2	0	1	0	0	40	9	2	4	2	30	9	3	2	0	157
13:00-14:00	144	19	8	6	9	6	1	1	0	1	134	26	9	5	6	78	19	4	3	4	483
14:00-15:00	114	28	4	3	9	5	1	3	0	1	133	22	5	6	17	99	16	8	4	11	489
15:00-16:00	125	16	6	4	5	6	1	2	0	0	144	15	10	3	13	85	10	8	4	3	460
16:00-17:00	110	20	12	6	12	5	2	2	0	1	180	34	9	11	12	112	13	14	13	7	575
17:00-17:15	32	4	0	2	1	1	0	0	0	0	52	7	2	4	4	26	8	3	3	1	150
17:15-17:30	34	5	1	2	2	2	0	1	1	0	56	9	3	4	5	28	8	4	3	3	171
17:30-17:45	38	6	2	3	4	3	0	1	0	0	58	11	4	5	4	27	9	2	2	3	182
17:45-18:00	35	4	0	1	3	0	1	0	0	0	54	10	2	4	3	25	5	1	1	1	150
18:00-19:00	92	8	10	5	6	8	1	2	1	0	155	16	10	11	6	136	13	13	7	0	500
TOTAL	1396	209	97	56	86	68	13	27	4	4	1733	258	103	99	122	1180	202	97	78	68	5900

FONTE: O autor.

APÊNDICE B: FICHAS DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA

FIGURA 28 – FICHA DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA DIA 08/10/2019

Contagem Volumétrica 08/10/19																					Total
horário	Ant. P. do Sul					Ant. Balneário					Ant. Praia da Anta					Ant. Bairro					
	CP	MOTO	Bike	Ônibus	Cam.	CP	MOTO	Bike	Ônibus	Cam.	CP	MOTO	Bike	Ônibus	Cam.	CP	MOTO	Bike	Ônibus	Cam.	
7-8	000000 000000 000000 000000 000000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000
8-9	000000 000000 000000 000000 000000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000
9-10	000000 000000 000000 000000 000000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000
10-11	000000 000000 000000 000000 000000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000
11-12	000000 000000 000000 000000 000000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000
12-12:15	000000 000000 000000 000000 000000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000
12:15-12:30	000000 000000 000000 000000 000000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000
12:30-12:45	000000 000000 000000 000000 000000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000
12:45-13:00	000000 000000 000000 000000 000000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000
13-14	000000 000000 000000 000000 000000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000
14-15	000000 000000 000000 000000 000000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000
15-16	000000 000000 000000 000000 000000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000
16-17	000000 000000 000000 000000 000000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000 0000 0000 0000	0000 0000

FONTE: O autor.

FIGURA 29 – FICHA DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA DIA 09/10/2019

[illegible]

FONTE: O autor.

FIGURA 30 – FICHA DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA DIA 10/10/2019

horário	Ant. Cont. Vol 10-10-19					Ant. Cont. Vol 10-10-19					Ant. Cont. Vol 10-10-19					Ant. Cont. Vol 10-10-19					Total
	CP	M	B	ON	CA	CP	M	B	ON	CA	CP	M	B	ON	CA	CP	M	B	ON	CA	
7-8	00000	0001	000	0	1	0	—	0	—	—	00000	0000	00	0	1	00000	0000	0	0	0	353
8-9	00000	0001	001	0	0	00	0	0	—	—	00000	0000	01	01	00	00000	0000	0	0	0	409
9-10	00000	0000	00	0	001	0	0	0	—	—	00000	0000	00	0	00	00000	0000	0	0	0	389
10-11	00000	0001	0	0	0	00	—	0	—	—	00000	0000	0	01	00	00000	0000	0	0	0	396
11-12	00000	0000	00	0	01	0	—	0	—	—	00000	0000	00	0	001	00000	0000	0	0	0	555
12-13	00000	0	0	—	0	0	—	—	—	—	00000	00	0	0	0	00000	00	0	0	0	196
12-15	00000	0	0	0	—	0	—	—	—	—	00000	00	0	0	0	00000	00	0	0	0	155
12-30	00000	01	0	0	0	0	—	0	—	—	00000	00	0	0	0	00000	00	0	0	0	160
12-45	00000	01	0	0	0	0	—	0	—	—	00000	00	0	0	0	00000	00	0	0	0	157
13-14	00000	0000	00	01	00	01	0	0	—	—	00000	0000	00	0	01	00000	0000	0	0	0	483
14-15	00000	0000	0	0	00	0	0	0	—	—	00000	0000	0	01	000	00000	0000	0	0	0	489
15-16	00000	0001	01	0	0	01	0	0	—	—	00000	0000	00	0	00	00000	0000	0	0	0	460
16-17	00000	0000	000	01	000	0	0	0	—	—	00000	0000	00	001	000	00000	0000	0	0	0	575
17-00	00000	0	—	0	0	0	—	—	—	—	00000	00	0	0	0	00000	00	0	0	0	150
17-15	00000	0	0	0	0	0	—	0	—	—	00000	00	0	0	0	00000	00	0	0	0	171
17-30	00000	01	0	0	0	0	—	0	—	—	00000	0001	0	0	0	00000	00	0	0	0	182
17-45	00000	0	—	0	0	—	0	—	—	—	00000	00	0	0	0	00000	0	0	0	0	150
18-00	00000	00	00	0	01	00	0	0	—	—	00000	0001	00	001	01	00000	0000	00	0	0	500
19-00	00000	00	00	0	01	00	0	0	—	—	00000	0001	00	001	01	00000	0000	00	0	0	500
Total	1396	209	97	56	86	68	13	27	4	4	1333	258	103	99	128	1180	202	97	78	68	5900

FONTE: O autor.

APÊNDICE C: QUADRO DE DADOS DOS RESULTADOS

FAIXAS	MÚLTIPAS FAIXAS		PISTA SIMPLES	
SENTIDO	PONTAL DO SUL	PRAIA DE LESTE	PONTAL DO SUL	PRAIA DE LESTE
FHP	0,86	0,93	0,86	0,93
Nº de faixas	2,0	2,0	1,0	1,0
f_{vp}	0,93	0,94	0,986	0,988
f_G	1,0	1,0	1,0	1,0
f_p	1,0	1,0	-	-
v_p (veíc/h/faixa)	110	166	207,5	315,6
BVFL (km/h)	60	60	-	-
BPTGS (%)	-	-	16,67	24,65
PTGS (%)	-	-	38,37	46,35
$f_{d/up}$ (%)	-	-	21,7	21,7
f_f	3,85	3,85	-	-
f_{el}	12,35	12,35	-	-
f_{cc}	0	0	-	-
f_A	5,0	4,44	-	-
VFL (km/h)	38,8	39,36	-	-
Densidade	<7	<7	-	-
Nível de serviço	A	A	A	B

FONTE: O autor.